

Weinreich, Hermann
Uber die Bedeutung
des Hobbes





Über die Bedeutung des Hobbes für das naturwissenschaftliche und mathematische Denken.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der hohen philosophischen Fakultät der Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Hermann Weinreich

aus Herzberg am Harz

Oberlehrer in Göttingen.

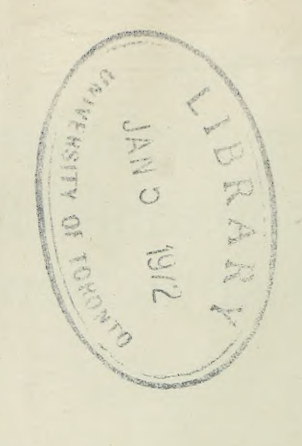
Tag der mündlichen Prüfung: 18. Januar 1911.



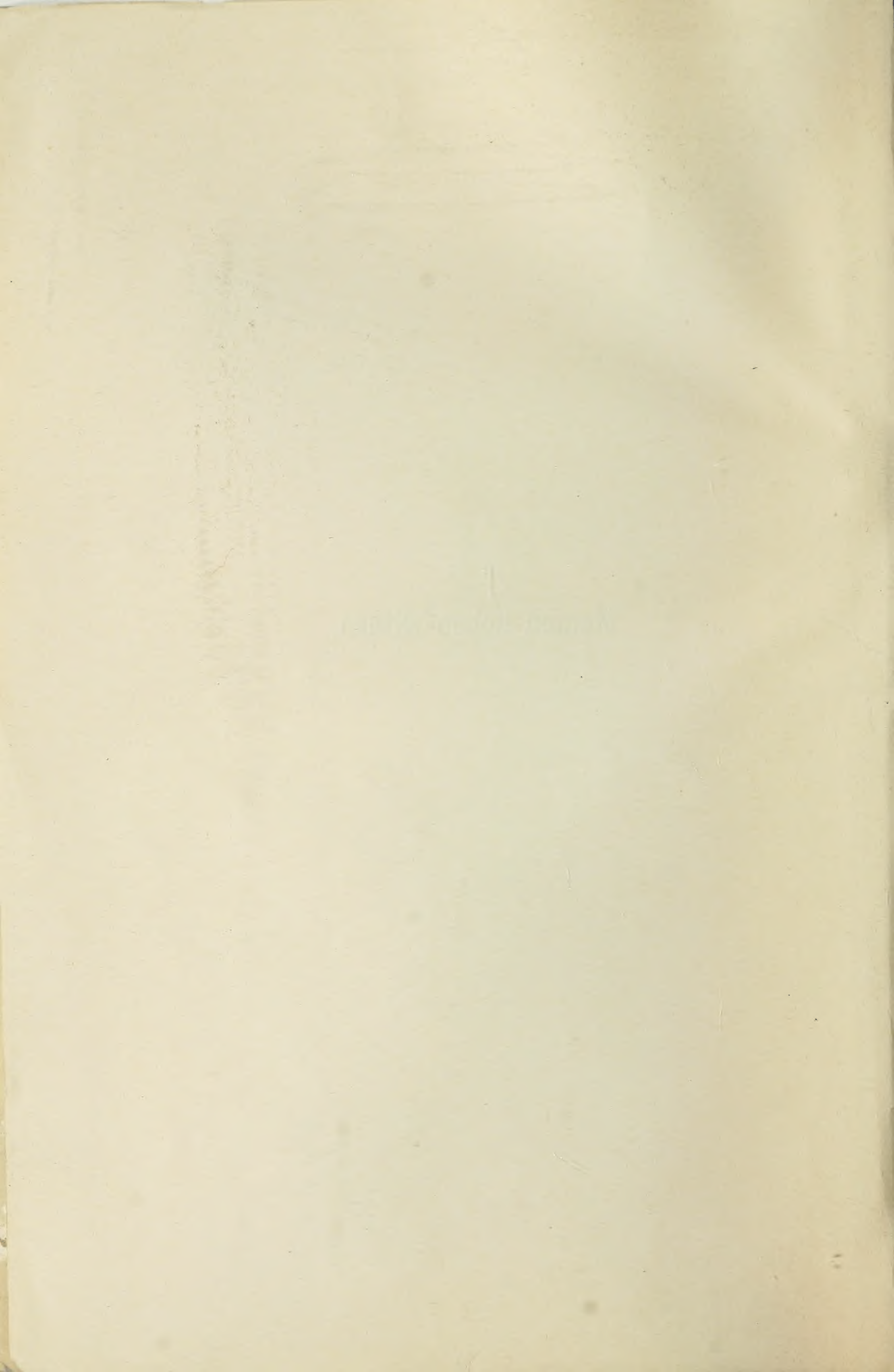
Borna-Leipzig

Buchdruckerei Robert Noske

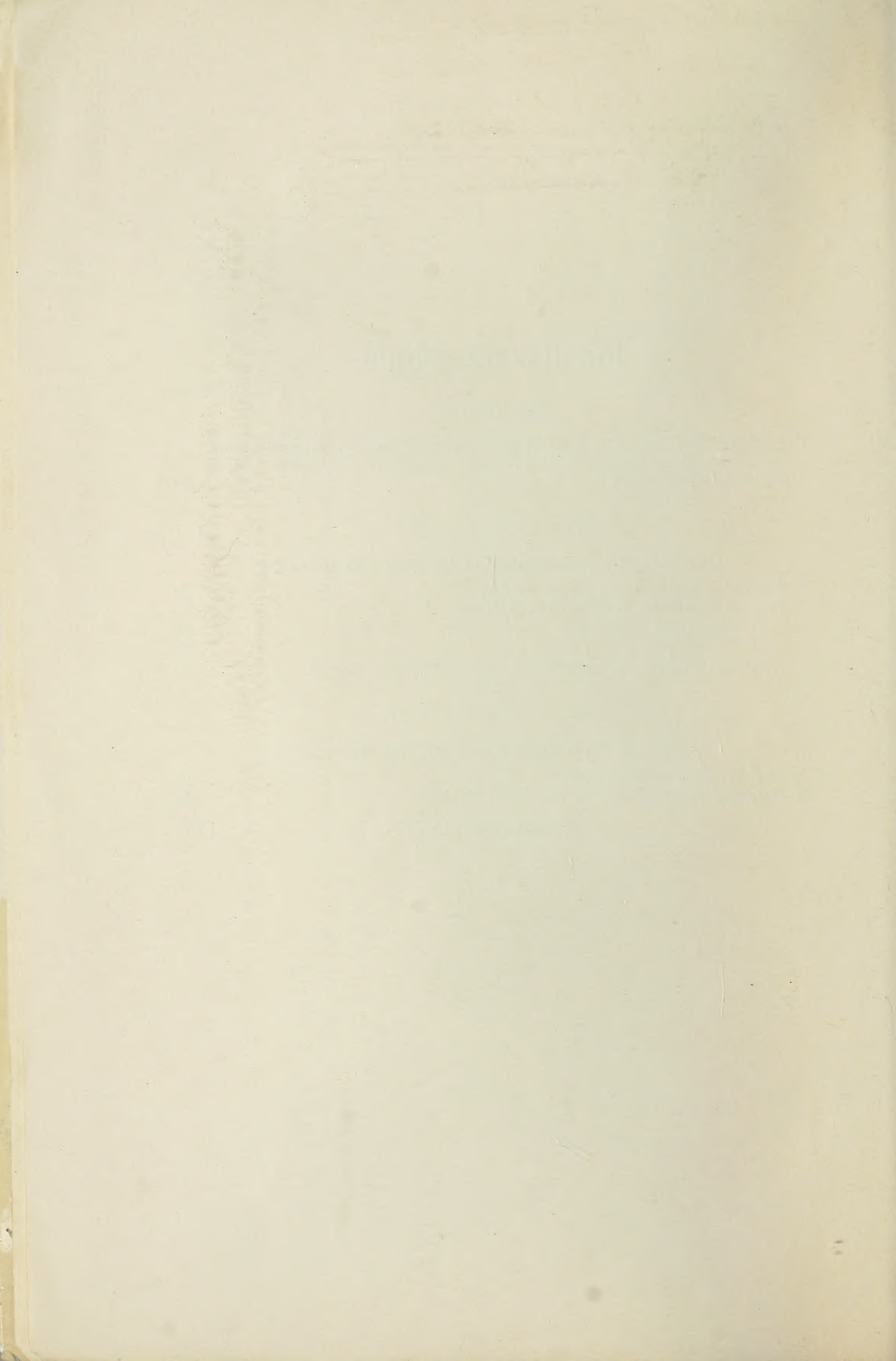
1911.


LIBRARY
JAN 5 1912
UNIVERSITY OF TORONTO

Meinen lieben Eltern.



Inhaltsverzeichnis.



Unter den philosophischen Denkern, die England hervorgebracht hat, ist dem Namen des Thomas Hobbes aus mehreren Rücksichten ein besonderes Schicksal zuteil geworden. Er war bis vor einigen Jahrzehnten so gut wie begraben. Die Werke dieses Philosophen hatten bis dahin selbst im Mutterlande kein erhebliches Interesse für sich wach erhalten: ja einige seiner wichtigsten Schriften schlummerten im ungestörten Versteck des Britischen Museums bezw. der Hardwick Hall. Ganz spärlich war die Zahl der Veröffentlichungen, die sich mit unserem Philosophen befaßten. Bald nach seinem 1679 erfolgten Tode hatte man Vertreter seiner politischen Anschauungen voll Erbitterung als „Hobbisten" bezeichnet. Hobbes war der Name eines Mannes, der den Haß vieler auf sich geladen hatte. Dieser Umstand vor allen Dingen brachte es wohl mit sich, daß Jahrhunderte hindurch seine Werke ohne ausgedehnte direkte Wirkung geblieben sind. Dieses Totschweigen des Hobbes war ein so vollständiges, daß es uns nicht wundernehmen darf zu erfahren, daß in seiner Wertschätzung selbst in England bis vor einem Menschenalter keine Wandlung eingetreten war. Hobbes war recht eigentlich der große Unbekannte und Geringgeschätzte. Auf ihn trifft das Wort zu: der Prophet gilt nichts in seinem Vaterlande. Denn bezeichnenderweise geht die Neuerweckung Hobbesschen Denkens gerade vom Auslande aus. Ein Deutscher — Toennies mit Namen — ist es, der unseren Philosophen aus dem Bann der Vergessenheit erlöst hat. Ihm verdanken wir die Auffindung wichtiger Schriften des Hobbes, ihm gebührt die Anerkennung, durch die Veröffentlichung Hobbesscher Briefe uns wertvolle sachliche und biographische Aufschlüsse über den Philosophen von Malmesbury verschafft zu haben. Neben Toennies tritt uns nun alsbald auch ein Engländer — Robertson — als Mitarbeiter bei der Neuerweckung unseres Philosophen entgegen. Seitdem ist ein verhältnismäßig eifriges Studium seiner Werke festzustellen. Eine Reihe tüchtiger Arbeiten haben sich eingehend mit diesen oder jenen Fragen unseres Philosophen beschäftigt. Vor allen Dingen haben die politischen Schriften des Hobbes Beachtung gefunden. Erst in zweiter Linie sind auch

seine naturphilosophischen Gedanken näher in den Kreis der Betrachtungen gezogen worden. Die Frage nach dem Einfluß des naturwissenschaftlichen Denkens bei Hobbes auf die Folgezeit ist noch nicht beantwortet worden. Seine Abhängigkeit dagegen von Bacon, Descartes usw. kann schon eher als geklärt angesehen werden. Immerhin dürfte sich auch hier eine Nachprüfung und Ergänzung im einzelnen verlohnen. Ganz unberührt ist eigentlich bis jetzt in der philosophischen Literatur geblieben die Frage, wie sich die naturwissenschaftlichen Einzeltheorien und Einzelvorstellungen seinem naturwissenschaftlichen Gesamtsystem einordnen und welche Bedeutung ihnen unabhängig davon für die Entwicklungsgeschichte des naturwissenschaftlichen Denkens zukommt. Kaum eine Notiz treffen wir in naturwissenschaftlichen Werken über Hobbes fachwissenschaftliches Wirken an. Das jüngst erschienene „Handbuch zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik" von L. Darmstaedter z. B. erwähnt lediglich, daß Hobbes gleichzeitig mit Montanari das Zerspringen von Glastränen beim Ritzen aus den Spannungsverhältnissen erklärt habe. Gerade diese historische Notiz beweist uns die Notwendigkeit, das naturwissenschaftliche Inventar des Hobbes einer gründlicheren Durchsicht zu unterziehen. Denn jener von Darmstaedter erwähnte Erklärungsversuch des Hobbes ist so naiv und unklar, daß er neben anderen naturwissenschaftlichen Leistungen des Philosophen eine ganz untergeordnete Rolle spielt. Im engen Zusammenhange mit den soeben erwähnten Fragen steht dann endlich die andere, welcher Einfluß dem Hobbes in der Entwicklung des mathematischen Denkens zukommt. Denn es ist schwierig, in den Werken des Hobbes eine reinliche Scheidung der naturwissenschaftlichen Elemente von den mathematischen vorzunehmen. Alle diese Fragen bedürfen noch der Klarlegung und Beantwortung im einzelnen. Diese vorhandene Lücke auszufüllen, ist der Zweck der vorliegenden Arbeit. So heterogen diese Fragen erscheinen, wenn sie unvermittelt nebeneinander aufgestellt werden, so ineinandergreifend erscheinen sie, wenn man die Hobbesschen Werke naturwissenschaftlicher Richtung einer näheren Prüfung unterwirft. Die Einheitlichkeit unseres Fragenkomplexes sollte in dem Titel der vorliegenden Arbeit zum Ausdruck kommen. Dabei sei gleich von vornherein darauf hingewiesen, daß auch physiologische und psychologische Betrachtungen des Hobbes gebührend herangezogen worden sind, sofern sie einen naturwissenschaftlichen Charakter tragen. Ebenso bleiben gewisse Grundbegriffe der Hobbesschen Naturphilosophie nicht von unserer Betrachtung ausgeschlossen, die er als Fundamente der Physik

vorausgeschickt hat. Als Quellen kommen für die nachfolgende Untersuchung vor allen Dingen die Werke des Hobbes selbst in Frage, und zwar die English Works (E. W.) in der Ausgabe von Molesworth und daneben die opera latina, ebenfalls in der Ausgabe von Molesworth. Im übrigen ist jeweils durch Fußnoten für den literarischen Nachweis gesorgt worden.

Bevor wir nun im einzelnen an die Beantwortung der aufgeworfenen Fragen herantreten, verschaffen wir uns zunächst eine kurze Orientierung über die Stellung des Hobbes in der Geschichte des philosophischen Denkens und über die persönlichen Beziehungen, die ihn in den Fortgang derselben einordnen. Kurz, wir untersuchen die Bodenständigkeit in dem Milieu, in welchem er lebte und wirkte. Drei volle Menschenalter hat das Leben unseres Philosophen gewährt, und seine literarische Tätigkeit liegt vorwiegend in dem Zeitraum von 1628 bis 1658 beschlossen. Sie erstreckt sich also auf ein ganzes Menschenalter, wenn wir von einigen Streitschriften absehen, die er noch als Greis verfaßte. Diese lange Zeit produktiven Schaffens läßt von vornherein die Vermutung aufkommen, daß wir in seinen Schriften nicht so ganz ein Werk aus einem Guß zu erwarten haben. Und diese Vermutung erhält eine weitere Grundlage, wenn wir uns die Verschiedenartigkeit der Einflüsse vergegenwärtigen, denen die geistige Entwicklung des Hobbes ausgesetzt gewesen ist. Inwiefern wir nun auch speziell eine Umbildung und Entwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Ideenkomplexes bei Hobbes zugeben müssen, wie es Abbot (Würzburger Dissertation) hinsichtlich der psychologischen und erkenntnistheoretischen Probleme bei Hobbes fordert, diese Frage wird weiter unten im Verlaufe der Abhandlung ihre Beantwortung finden.

Unter den Strömungen, die bestimmende Faktoren im geistigen Entwicklungsprozeß des Hobbes gewesen sind, müssen wir vor allen Dingen die Eindrücke und persönlichen Bekanntschaften namhaft machen, die ihm auf seinen verschiedenen Reisen durch den Kontinent wurden. Jede dieser Reisen, deren erste ihn 1610 als Mentor des ältesten Sohnes des William Cavendish (Baron of Hardwick, nachmaligen Earl of Devonshire) durch Frankreich, Deutschland und Italien führte, ist von besonderen Einfluß auf ihn gewesen. Der Erfolg dieser ersten Reise war der, daß sich seine bereits vorhandene Abneigung gegen den in Oxford genossenen Universitätsunterricht zu einem ausgeprägten Haß gegen scholastische Denkweise verdichtete. Die Einwirkung der Oxforder Studienjahre ist überhaupt gleich Null zu setzen. George Croom Robertson sagt in seiner Mono-

graphie „Hobbes“ hierüber: 'He was neither lost to scholasticism nor gained to anything else at the university'. Auf den folgenden Reisen zum Kontinent erwacht immer mehr sein Interesse für physikalische Entdeckungen. Die Reise von 1629 bis 1631 hatte als besonderen Gewinn das eingehende Studium der Elemente Euklids zu verzeichnen. Auf der dritten Reise ergreift ihn plötzlich ein lebhaftes Interesse für das Problem der Bewegung. Im April des Jahres 1636 macht er zu Florenz die persönliche Bekanntschaft des größten Physikers seiner Zeit, des Galileo Galilei, dessen Lehre vielleicht den tiefgreifendsten Einfluß auf ihn ausgeübt hat. Auf diesen letzten Kontinentalreisen öffnete sich ihm in immer ausgedehnterer Weise die gastliche Zelle des wissenschaftlich und literarisch stark interessierten Pater Mersenne. Dieser Mann war die Seele eines Zirkels geistig hochstehender Männer, deren persönliche Bekanntschaft Hobbes so machte. Wir nennen vor allem Descartes und Gassendi. Dieser Verkehr im Hause Mersennes mit seinem reichen unmittelbaren Gedankenaustausch hat äußerst befruchtend auf seine literarische Tätigkeit eingewirkt. Davon zeugen die Schriften, die er dem gastlichen Pater später zuschickte, davon zeugt der Briefwechsel, den er noch später mit dem französischen Gastfreund unterhielt. Interessant ist sein Verhältnis zu Descartes. Wie uns die nachher noch ausführlich zu besprechenden polemischen Meinungsaustausche zwischen beiden beweisen, dürfen wir absolut nicht an eine Beeinflussung des Hobbes durch Descartes denken. Als sie einander näher kennen lernten, waren beide schon aus dem Stadium der geistigen Entwicklung in das Stadium des Ausreifens ihrer Gedanken eingetreten. Robertson kann darum in seiner bereits erwähnten Monographie sagen: Hobbes kam mit Descartes in geistigen Kontakt, 'when each had bis own way of thinking fixed, and nothing but quick repulsion was any longer possible between them'. Halten wir uns ferner gegenwärtig, daß Hobbes dem Lande des Baco von Verulam entstammte, ja daß er ein Freund und Schüler des Lordkanzlers gewesen ist, dem er sogar von 1621 bis 1626 bei der Redaktion seiner Werke zur Hand ging, so dürfen wir von vornherein eine dankbare Aufgabe darin erblicken, zu untersuchen, wie weit die drei grundsätzlich so verschiedenen Strömungen, die wir mit den Namen Descartes, Bacon und Galilei kennzeichnen wollen, die Lehre des Hobbes beeinflußt haben und — das ist ja unsere eigentliche Fragestellung — wie sich dieser Einfluß in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Ansichten bei Hobbes ausdrückt. Welche der angedeuteten Strömungen wird die ihn bestimmende sein? In der Gestalt eines Bacon und Descartes

streiten gewissermaßen Empirismus und Rationalismus um seine Seele. Welches ist der Ausgang? Diese Frage ist schon des öfteren erörtert worden, ohne daß jedoch eine völlige Einstimmigkeit in den Ansichten der Beurteiler festzustellen ist. Um nur einen Beleg dafür anzuführen, so läßt K. Fischer in seinem Bd. 10 der Geschichte der neueren Philosophie mit aller Folgerichtigkeit das System des Hobbes aus dem des Bacon hervorgehen, wohingegen sich andere Lehrbücher und Abhandlungen bemühen, eine größere Verwandtschaft mit Descartes darzutun. Wir lassen diese Frage einstweilen beiseite, da wir ohnehin im weiteren Verlauf unserer Erörterungen auf sie zurückgeführt werden, wo wir, was Belegmaterial aus Hobbes' Schriften angeht, aus dem vollen werden schöpfen können. Jedenfalls bezeichnet der Name Hobbes, wie uns schon diese oberflächliche Orientierung über seine Stellung in der Reihe schaffender Geister lehrt, einen Knotenpunkt in der Geschichte des philosophischen Denkens, in welchem sich eine Reihe verschiedenartiger Entwicklungsfäden kreuzten. Unsere Aufgabe besteht nun darin, dasjenige bei Hobbes in die rechte Beleuchtung zu setzen, was in mathematisch-naturwissenschaftlicher Beziehung bemerkenswert ist. Wir finden sich darauf beziehende Äußerungen in den gesamten Werken des Hobbes verstreut an. Eine eigentümliche Rolle in der Geschichte der Mathematik spielt insbesondere sein mehrfach wiederholter Versuch, die Quadratur des Zirkels und ähnliche von den Alten überlieferte Probleme zu lösen, und sein daran geknüpfter wissenschaftlicher Streit mit dem zünftigen Vertreter der Mathematik an der Universität Oxford, Dr. Wallis. In der Mathematik und auch zum Teil in der Physik kann man von einer Bedeutung und einer Wirkung des Hobbes beinahe mit größerem Recht reden, wenn man den Widerspruch und die Kritik erwägt, die er von Zeitgenossen und Späteren erfahren hat, als in Ansehung etwaiger positiver Bereicherungen des Wissensschatzes dieser Disziplinen, die auf unseren Philosophen zurückgehen. Aber im einzelnen finden sich bei ihm doch so treffliche Bemerkungen, die bleibenden Wert behalten und die sich als Samenkörner einer späteren Ernte erwiesen haben. Ob überhaupt eine Einwirkung des Hobbes mehr unmittelbar oder mehr mittelbar stattgehabt hat, läßt sich im einzelnen kaum mit zuverlässiger Sicherheit feststellen; hier tritt vielmehr die Konjektur in ihre Rechte. Vielfach ist es wohl so gewesen, daß ein schlummernder Gedanke, der seine Herkunft von Hobbes nimmt, einmal hier oder dort wieder aufgegriffen zu neuem Leben erwachte und nun fruchtbar fortwirkte. Gerade was die mathematisch-naturwissenschaftliche Seite bei Hobbes anbetrifft,

ist von ihm zu sagen, daß ihm direkte Nachkommenschaft versagt geblieben ist. Aber die Feststellung der Tatsache, daß ihm Erben seines geistigen Eigentums erstanden sind, wenn auch zu sehr viel späterer Zeit und ohne direkte Berufung auf ihn, wird gerade mit ein Ergebnis dieser Arbeit sein.

Wir treten nunmehr an die oben skizzierten Aufgaben heran und stellen zunächst kurz die Reihenfolge fest, in welcher wir sie beantworten wollen. Wir wollen ausgehen von den naturwissenschaftlichen Ansichten des Hobbes. Und zwar beschäftigen uns zuerst seine philosophischen Grundansichten, sofern sie naturwissenschaftliches Interesse haben. In das so entstehende naturphilosophische System versuchen wir alsdann seine Einzeltheorien einzuordnen. Überall werfen wir dabei die Frage nach Ursprung und Fortwirkung Hobbesscher Ansichten auf und suchen sie unter Benutzung möglichst seiner eigenen Äußerungen zu beantworten. Dabei sollen seine physiologisch-psychologischen Ansichten mit eingeschlossen sein. Der zweite Teil wird dann seiner Bedeutung für die mathematische Wissenschaft gerecht zu werden versuchen. Wir können uns im Fortgang unserer Erörterungen wenig an die von Hobbes selbst eingehaltene Anordnung der einschlägigen Materie binden. Vielmehr werden wir trennen, was wir bei Hobbes vereinigt sehen, und zusammenstellen, was sich in seinen Werken häufig sehr zerstreut vorfindet. Denn wenn z. B. Hobbes der Lehre von den Bewegungen in der Körperwelt die Physik als anderen Zweig der Naturwissenschaften gegenüberstellt, so paßt diese Zweiteilung nicht mehr zu der heute bei uns üblich gewordenen Terminologie und Abgrenzung der Wissenschaften. Nur insofern können wir in der exzeptionellen Stellung der Mechanik bei Hobbes ein Analogon in dem heutigen Betrieb der Wissenschaften feststellen, als die Mechanik bald als Kapitel der Physik, bald als ein solches der Mathematik gegenwärtig auf unseren Hochschulen fungiert, je nachdem sie nämlich auf experimenteller Grundlage aufgebaut wird oder unter Benutzung weniger Grundbegriffe, wie Geschwindigkeit, Masse, Kraft, als bloßes Rechnen in die Domäne der Mathematik fällt. Die Bewegungslehre nun, wie sie bei Hobbes auftritt, in rein empirischem Gewande werden wir ohne Zögern im Gegensatz zu ihm der Physik beizählen, wohingegen ihr bei Hobbes im Verhältnis zur Physik die Rolle einer einführenden oder vorbereitenden Wissenschaft zufällt. Wir können daher die Mechanik bei Hobbes charakterisieren als Grundwissenschaft, als eine Art prima scientia, die allen besonderen Wissenschaften, wie Physik, Physiologie, Ethik, Politik usw., vor-

auszugehen hat. Auf diese denkwürdige Auffassung der Mechanik werden wir noch im einzelnen zurückzukommen haben. Nur insofern befolgen wir zunächst die Anordnung des Hobbes, als wir, genau wie er es tut, zuerst den allgemeinen philosophischen Grundlagen der Wissenschaften unsere Aufmerksamkeit zuwenden. Was hier von besonderem Interesse für unseren gegenwärtigen Zweck ist, das finden wir bei unserem Philosophen unter den beiden Kapitelüberschriften Logik und Philosophia prima ausgeführt. In diesem Zusammenhange werden wir auch die mechanischen Grundprinzipien des Hobbes einer eingehenden Betrachtung unterziehen, wohingegen seine besonderen naturwissenschaftlichen Einzeltheorien aus dem Gebiet der Mechanik an anderer Stelle gebührende Berücksichtigung finden sollen. Wir finden diese allgemeinen Grundlagen hauptsächlich in den Elements of Philosophy, im Bd. 1 der gesammelten Werke in der Ausgabe von Molesworth verzeichnet. Wir beginnen hier mit einer Definition der Philosophie in Hobbes' eigenen Worten: Philosophia est effectuum sive phaenonœn ex conceptio eorum causis seu generationibus, est rursus generationum quae esse possunt, ex cognitis effectibus per rectam ratiocinationem acquisita cognitio. Aus dieser Definition geht hervor, daß nach Hobbes das philosophische Denken auf den Zusammenhang der Dinge geht. Eine wichtige Art dieses Zusammenhanges der Dinge ist der Kausalnexus der Erscheinungen. Wenn wir uns diese Tatsache gegenwärtig halten, dann bedarf es keiner Begründung, wenn Hobbes die Definition der Philosophie an den Anfang seiner naturwissenschaftlichen Betrachtungen stellt. Diese Verquickung von Philosophie und Naturwissenschaft ist gerade dem englischen Denken besonders eigentümlich, und diese Eigentümlichkeit findet noch heute ihren sprachlichen Ausdruck darin, daß im englischen Schulstundenplan natural philosophy geradezu Naturlehre bedeutet. An anderer Stelle, wo Hobbes von dem Nutzen der Philosophie redet, erklärt er natural philosophy und geometry als einen der Hauptteile der Philosophie, dem er als zweiten 'moral and civil philosophy' gegenüberstellt. Den Gegenstand der Philosophie umgrenzt er mit folgenden Worten: "The subject of philosophy is every body. The profession of philosophy is to search out the properties of bodies from their generation, or their generation from their properties. Where there is no generation or property, there is no philosophy". Und als solche Körper, mit denen sich die Philosophie zu befassen habe, werden bezeichnet natürliche und künstliche Körper. Als ein solcher künstlicher Körper kommt bei Hobbes vor allem das vom Menschen (by wills and agreement of men) absichtlich geschaffene Staats-

gebilde in Frage (commonwealth). Mit diesem künstlichen Körper beschäftigt sich die civil philosophy, wohingegen es auf der anderen Seite die Naturwissenschaft mit den natürlichen Körpern zu tun hat. So entsteht seine große Zweiteilung der Philosophie in zwei getrennte Domänen: natural and civil philosophy. Die letztere, durch die Hobbes wohl gerade die größte Einwirkung auf Mit- und Nachwelt gehabt hat, scheidet hier für uns aus. Wir haben es nur zu tun mit der natural philosophy unseres Philosophen. Wir können aber kaum erfolgreich den naturwissenschaftlichen Betrachtungen des Hobbes folgen, wenn wir uns nicht vorher mit einigen merkwürdigen metaphysischen und erkenntnistheoretischen Ansichten bei Hobbes vertraut gemacht haben, die er selbst als Einleitendes seinen naturwissenschaftlichen Ausführungen voranschickt und die für die Gesamtansicht unseres Philosophen eine entscheidende Rolle spielen. Alle Denktätigkeit (ratiocinatio) besteht nach Hobbes in einem Rechnen mit besonderen Einheiten. Darum ist ihm Logik und Rechnen ein und dasselbe. Hat er doch eine Kapitelüberschrift geradezu als 'computation or logic' gefaßt. Diese computatio bezeichnet er dann des weiteren als additio und subtractio, und wir erfahren dann auch in den nächsten Kapiteln, welches die Elemente sind, mit denen hier gerechnet werden soll. Ratiocinari igitur idem est quod addere et subtrahere. Als solche Rechenpfennige des logischen Kalkuls werden die vocabula (the names), die Namen der Dinge bezeichnet. Hobbes macht nämlich die charakteristische Feststellung, daß die Bewußtseinsinhalte, auf die sich nach seiner Ansicht allein das Denken beziehen kann, letzten Endes auf die Einwirkung äußerer Dinge zurückzuführen sind. die in ihrer Wirksamkeit durch die Pforten unserer Sinneswerkzeuge den Weg zu unserem Inneren finden. Diese so entstehenden Sinneseindrücke werden von uns (unserer Seele) verzeichnet, und zwar — darauf legt Hobbes sehr viel Gewicht — in willkürlicher Weise verzeichnet; es geschieht dies durch Worte, durch Namen, die uns an die vergangenen Sinneseindrücke wieder erinnern, sie uns wieder vergegenwärtigen. 'These moniments I call marks, namely sensible things (nämlich sprachliche Laute) taken at pleasure, that, by the sense of them, such thoughts may be recalled to our mind as are like those thoughts for which we took them.' Wir erkennen hierin unschwer einen nominalistischen Einschlag im Denken des Hobbes, der um so erstaunlicher ist. als er im übrigen seinen Gegensatz zu allem, was irgendwie an die Denkweise der Scholastik erinnern könnte, mit scharfer Betonung zum Ausdruck bringt. Vielleicht handelt es sich hier bei seiner nominalistischen Überzeugung um einen

Gedanken, der vom Zufall begünstigt während seiner Oxforder Studienjahre tiefer Wurzel bei ihm geschlagen hat. Denn daß im übrigen der Einfluß seiner Oxforder Lehrer ohne nachhaltige Wirkung auf seine Denkweise geblieben ist, geht schon aus einer oberflächlichen Durchsicht seiner Werke hervor. Wenn uns nun in obigen Wendungen, die sich deutlich genug als nominalistischer Standpunkt charakterisieren, ein Anklang an die Oxforder Studienzeit entgegenklingt, so ist allerdings auch zuzugeben, daß dieser Standpunkt von Hobbes überhaupt nicht mit Konsequenz innegehalten worden ist. Auch ist er nicht so bestimmend für sein Denken, daß sich das deutlich in seinem mathematischen und naturwissenschaftlichen Denken widerspiegelte. Indessen erreichen wir eine gewisse Vollständigkeit in der Darlegung seiner Gedankenreihen, wenn wir dieses Fundament in groben Zügen bei ihm weiter verfolgen. Die uns an die Sinneseindrücke erinnernden moniments oder marks sind in erster Linie für das betreffende denkende Subjekt selbst bestimmt, ihm sollen sie in erster Linie dienen zur Vergegenwärtigung früherer Eindrücke. Dann aber soll dadurch zugleich eine Verständigung mit anderen erzielt werden. Infolgedessen werden aus den marks die signs, die Zeichen. Diese Zeichen nun, die anderen ebenfalls vergangene Eindrücke wieder vor die Seele führen, sind vor allen Dingen die Namen. Hören wir Hobbes selbst darüber: 'A name is a word taken at pleasure to serve for a mark, which may raise in our mind a thought like to some thought we had before; and which being pronounced to others, may be to them a sign of what the speaker had, or had not before in his mind'. Wenn sich hier Hobbes die Ausbildung der Sprache so willkürlich vorstellt, wie heute etwa Esperanto oder andere Weltsprachen nach willkürlichen Vereinbarungen entstehen, so liegt der von ihm begangene Irrtum klar auf der Hand. In sprachpsychologischer Hinsicht aber ist hier eben anzumerken und hervorzuheben, daß Hobbes überhaupt eine solche Frage aufgeworfen und ihre Lösung versucht hat. Von größerem Interesse ist dann noch seine weitere Feststellung, daß 'names are signs not of things, but of our cogitations'. Wir werden mit diesem Satze in erkenntnistheoretische Betrachtungen versetzt, die uns weiter unten noch ausführlich beschäftigen werden, insbesondere mit der Frage nach dem Zusammenhang des Hobbes mit Locke und Hume.

Die Namen nun sind Bausteine, aus denen durch Zusammenfügen höhere Gebilde entstehen. Solche höheren Gebilde sind die Sätze. Darum lautet im Fortgang der 'prima philosophia' bei Hobbes die nächste Kapitelüberschrift: Of propositions. Ein

solcher Satz in seinem einfachsten Aufbau kennzeichnet sich als Verknüpfung zweier Namen. 'In every proposition three things are to be considered, viz. the two names, which are the subject, and the predicate, and their copulation.' Diese Verknüpfung zweier Namen, so belehrt uns Hobbes nun weiter, muß einer gewissen Anforderung entsprechen. Damit nämlich ein richtiger Satz zustande komme, müssen die verknüpften Namen wirklich zusammengehörig sein, eine Vorbedingung, deren Nichtbeachtung Hobbes dem Sprachgebrauch der Metaphysiker zum Vorwurf macht: 'For the connection of incoherent words, though it want the end of speech (which is signification), yet it is speech; and is used by writers of metaphysics almost as frequently as speech significative'. Demgegenüber läßt sich auch Hobbes vernehmen über das Kriterium der Wahrheit eines Satzes, welches er in folgender Weise formuliert: 'A true proposition is that, whose predicate contains or comprehends its subject, or whose predicate is the name of every thing, of which the subject is the name'. Diese Äußerung des Hobbes versetzt uns mit einem Schlage mitten in das philosophische System unseres größten deutschen Denkers, in das System Immanuel Kants. Und wir sagen nicht zuviel, wenn wir behaupten, daß obige Formulierung bei Hobbes geradezu herausfordert zum Vergleich mit einer gewichtigen Kernfrage bei Kant, den wir um so lieber anstellen, als wir damit den richtigen Standpunkt gewinnen, um den Ausführungen unseres Philosophen gerecht zu werden. Eine wichtige Unterscheidung bei Kant, die aufs innigste mit dem ganzen Aufbau seines Systems verquickt ist, ist die Einteilung der Urteile in analytische und synthetische. Ein analytisches Urteil bei Kant ist ein solches, bei welchem das Prädikat nicht über den Begriff des Subjekts hinausführt, bei dem also das Prädikat bereits im Subjektsbegriff enthalten ist. Ein analytisches Urteil also erweitert unsere Kenntnis nicht. Ganz anders steht es um die synthetischen Urteile. Hier wird durch das Prädikat eine wirkliche Erweiterung unserer Kenntnis bewirkt, das Prädikat führt wirklich über den Begriff des Subjekts hinaus. Solcher Art sind besonders die Urteile der Erfahrungswissenschaften. Aber auch mathematische Urteile sind nach Kant synthetische oder Erweiterungsurteile. Während aber bei den Erfahrungsurteilen die Verbindung von Subjekt und Prädikat in der sinnlichen Wahrnehmung, der Erfahrung geleistet wird, sind die mathematischen Urteile hinsichtlich der Verbindung von Subjekt und Prädikat auf innere Anschauung gegründet. Die ersteren heißen Urteile a posteriori, die letzteren Urteile a priori. Daraus entspringt bei Kant die schroffe Gegenüberstellung von

Mathematik und Naturwissenschaften. Wenn wir uns nun streng an den Wortlaut der Definition eines wahren Satzes bei Hobbes halten, so leuchtet ein, daß bei ihm — vom Kantschen Standpunkte aus gesehen — jedes naturwissenschaftliche und auch jedes mathematische Urteil ausgeschlossen bleiben müßte. Er hat nur analytische Urteile als die allein wahren gelten lassen. Dieser Vergleich mit Kant gibt uns Veranlassung, eine gewisse Grundforderung im System des Hobbes klar herauszuheben. Natürlich denkt Hobbes nicht daran, auf die große Mannigfaltigkeit naturwissenschaftlicher oder auch mathematischer Urteile Verzicht zu leisten. Seine Überzeugung ist nämlich gerade die, daß in erster Linie die mathematischen Urteile analytische sind. Und nach dem Vorbild der Mathematik will er — das ist seine Grundforderung — alle anderen Wissenschaften aufbauen. Unter Mathematik versteht Hobbes wesentlich die Geometrie. Er will alles, nicht nur die Naturerscheinungen, sondern auch die Phänomene des Staatslebens z. B. 'more geometrico' betrachten. Das ist die Grundtendenz, die sich durch sein gesamtes Denken hindurchzieht. Für uns entsteht hier die Frage, einmal, wie Hobbes die Mathematisierung der Erfahrungswissenschaften erreicht, und zum andern, wie er es fertig bringt, sowohl den mathematischen wie auch den naturwissenschaftlichen Urteilen den Stempel des Analytischen aufzuprägen. Wie also erreicht es Hobbes, daß auch die Urteile der Naturwissenschaft die Strenge geometrischer Aussagen erhalten? Das hängt zusammen mit seiner nominalistischen Grundansicht. Nach ihr haben es die Naturwissenschaften nicht mit den Erscheinungen der Dinge zu tun, sondern nur mit deren Namen. Darum kann er sagen: 'Truth consists in speech, and not in the things spoken of': „Die Wahrheit beruht im Sprechen und nicht in den Dingen, von denen man spricht". Wie sich nun nach ihm die Geometrie aufbaut auf einer Reihe von Konstruktionselementen, so will Hobbes überhaupt jede Wissenschaft begründen auf gewisse vom Menschen selbst willkürlich festgesetzte und geschaffene Grundelemente. Diese letzteren sind bei ihm die 'primary propositions', die „ersten Sätze" oder Definitionen. Geben wir unserem Philosophen selbst dazu das Wort: 'Primary propositions are nothing but definitions, or parts of definitions, and these only are the principles of demonstration, being truths constituted arbitrarily by the inventors of speech, and therefore not to be demonstrated'. Wie sich nach Hobbes von diesen Definitionen die Grundsätze der Geometrie unterscheiden, das erhellt aus folgendem Zusatz: 'The petitions of the writers of geometry, are indeed the principles of art or construction, but not of science and demonstration'. Was

übrigens Hobbes unter diesen Prinzipien der Geometrie versteht, ist zwar nirgends bei ihm mit voller unzweideutiger Schärfe ausgesprochen worden; nach vorstehendem Wortlaut zu schließen, meint er damit jedenfalls nicht jenen Komplex von Grundsätzen, die wir heute als Axiome der Mathematik zu bezeichnen pflegen. Er denkt dabei vielmehr an die Raumelemente, Punkt, Linie, Fläche usw., auf welche die Geometrie zurückgeht. Wir übergehen des weiteren die nähere Einteilung der Urteile, die sich im wesentlichen in den bereits von Aristoteles innegehaltenen Bahnen bewegt und daher kein besonderes Interesse beansprucht. Ebensowenig soll uns seine Lehre von den Schlüssen über die Gebühr beschäftigen. Wir merken nur folgendes an: Wie durch Zusammenfügung von Namen Sätze oder Urteile entstehen, so ergeben sich aus der Zusammenstellung von Urteilen Schlüsse. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhange lediglich die für die gesamte Philosophie des Hobbes charakteristische Nichtunterscheidung von logischem Grund und empirischer Ursache. Demgemäß heißt es bei Hobbes: 'The promises are causes of the conclusion'. Mit allem Nachdruck wendet er sich gegen die in der ihm bekannten Literatur übliche Unterscheidung von 'efficient cause' und 'formal cause'. Sagt er doch: 'One knowledge is truly the cause of another knowledge namely the efficient cause'. „Eine Erkenntnis ist die causa efficiens einer anderen." Daß das gesamte logische Schließen durchaus ein Rechnen mit Namen, ein Addieren und Subtrahieren von Urteilen ist, wird Hobbes nicht müde zu betonen. Da heißt es z. B.: 'A syllogism is the collection of two propositions into one sum. And as proposition is the addition of two names, so syllogism is the adding together of three'. Wer daher logisch denken lernen will, dem ist anzuraten, sich praktisch im mathematischen Denken zu üben, was weit mehr Nutzen bringt als das Studium logischer Vorschriften. Op. lat. I p. 49, 4 heißt es: Neque tam praeceptis ad legitimam ratiocinationem, quam praxi opus est; citiusque multo veram logicam discent qui mathematicorum demonstrationibus quam qui logicorem syllogizandi praeceptis legendis tempus conterunt'. Interessant ist, wie sich Hobbes mit dem sogen. Universalienstreit abfindet. Seine ganze nominalistische Auffassung und die Art, wie er sich das Verhältnis der Allgemeinvorstellungen zu den besonderen vorstellte, erhellt aus folgenden Zitaten, welche „konkret" und „abstrakt" in einer vom heutigen grammatischen Sinn etwas abweichenden Bedeutung gebrauchen: Op. lat. I, 28, 23: Concretum autem est quod rei alicujus quae existere supponitur nomen est. Abstractum est, quod in re supposita existentem nominis concreti nomen

denotat, ut esse corpus, esse mobile, esse motum, esse figuratum... Nomina autem abstracta causam nominis concreti denotant, non ipsam rem'. Und p. 29, 32 heißt es weiter: 'Est autem nominum abstractorum tum in omni vita, tum praecipue in philosophia, magnus et usus et abusus'. 30, 9: 'Abusus autem in eo consistit, quod cum videant aliqui considerari posse, id est, ut diximus inferri in rationes quantitatis, caloris, et aliorum accidentium incrementa et decrementa sine consideratione corporum sive subjectorum suorum (id quod appellatur abstrahere sive seorsim ab illis existere) loquuntur de accidentibus tamquam possent ab omni corpore separari'.

Wir haben oben bereits die Anmerkung gemacht, daß die Wortbedeutung von analytisch und synthetisch, wie sie uns bei Hobbes entgegentritt, sich nicht mit der bei Kant üblichen deckt. Hobbes kennt keine analytischen und synthetischen Urteile, sondern nur eine analytische und synthetische Methode. Wir gehen darauf näher ein, nicht etwa weil diese Einteilung für Hobbes eigentümlich ist — sie ist vielmehr in der gesamten Philosophie verbreitet gewesen —, sondern weil sie eine grundlegende Bedeutung hat für seine Auffassung der Eigenart der Mathematik und der Naturwissenschaften. Im Kap. VI seiner Computatio sive Logica (op. lat. I), welches die Überschrift 'De Methodo' trägt, erscheinen diese Ausdrücke. Nachdem er die Definition der Philosophie wiederholt hat (philosophia est aquisita cognitio phaenomenoon ex concepta productione et productionis ex concepta effectu apparente), sagt er (op. lat. I, 58, 32): 'Est ergo methodus philosophandi, effectuum per causas cognitas, vel causarum per cognitos effectus brevissima investigatio'. Weiterhin wird dann diese zweifache Methode wie folgt erklärt: 'Itaque omnis methodus, per quam causas rerum investigamus, vel compositiva est, vel resolutiva, vel partim compositiva, partim resolutiva. Et resolutiva quidem analytica; compositiva autem synthetica appellari solet'. Wenn wir nun die auflösende analytische Methode anwenden, um aus den Erscheinungen die Ursachen derselben durch Auflösen zu finden, so ergibt sich da nach Hobbes als Urelement aller Erscheinungen die Bewegung. Aus Bewegungen umgekehrt kann das synthetische Verfahren die Erscheinungen herleiten. Bei Hobbes also treffen sich die alte und die neue Bedeutung der Worte analytisch und synthetisch. Der alte Sinn dieser Ausdrücke bedeutet den Rückgang von den Erscheinungen auf die Ursachen, vom Bedingten auf das Bedingende. Da aber nach Hobbes das Bedingende im Bedingten enthalten ist und aus letzterem durch einen Auflösungsprozeß gewonnen wird, so ist insofern der Sprachgebrauch „analytisch"

auch der bei Kant üblichen Terminologie angemessen. Vernehmen wir Hobbes' eigene Worte, die als Urelemente des analytischen Regressus von den Folgen zu den Ursachen die Universalien bezeichnen: Op. lat. I, 61, 3 sagt er: 'Quoniam autem qui scientiam simpliciter quaerunt, quae constitit in cognitione causarum quantum fieri potest omnium rerum; causae autem singularium omnium componuntur ex causis universalium sive simplicium, necesse illis est ut prius cognoscant causas universalium sive acccidentium eorum quae sunt omnibus corporibus, hoc est omni materiae communes quam singularium, hoc est accidentium quibus una res ab alia distinguitur'. Wir kommen also nach Hobbes bei dem Auflösungsprozeß des analytischen Verfahrens auf die Universalien als Ursachen der besonderen Einzeldinge. Wir müssen uns hierbei immer den nominalistischen Standpunkt des Hobbes gegenwärtig halten. Hobbes erhärtet durch ein Beispiel, wie er sich dieses Verhältnis der Universalien zu den Singulardingen denkt. Er greift den Begriff eines Quadrats heraus. Analysieren wir diesen Einzelbegriff, so kommen wir auf eine Reihe von Elementen. 'Quadratum ergo resolvetur in planum, terminatum lineis, et angulis rectis, certo numero, et aequalibus. Itaque habemus universalia haec, sive materiae omni convenientia, lineam, planum (in quo continetur superficies) terminatum, angulum, rectitudinem, aequalitatem, quorum causas sive generationes si quis invenerit, in causam quadrati eas componet.' Oder ein anderes Beispiel: Beim Begriff des Goldes kommen wir auf folgende universalia: das Feste, das Sichtbare, das Schwere. Als Fazit dieser Betrachtungen stellt Hobbes folgendes heraus (op. lat. I, 61, 34): 'Concludemus itaque methodum investigandi notiones rerum universales, esse pure analyticam'. Haben wir uns nun mit der Auffindung der universalia zu begnügen oder hat der analytische Prozeß noch eine Fortsetzung? Haben mit anderen Worten auch die Universalien wieder noch ihre Ursachen? Darauf gibt uns Hobbes folgende Antwort (op. lat. I, 62, 3): Causae autem universalium (eorum quorum causae omnino sunt) manifestiae sunt per se sive naturae (ut dicunt) nota; ita ut nulla omnino methodo indigeant; causa enim eorum omnium universalis una, est motus. In diesen letzten Worten liegt ohne Übertreibung ein wesentlicher Teil des philosophischen und naturwissenschaftlichen Glaubensbekenntnisses unseres Philosophen beschlossen. Die Bewegung das Endglied des analytischen Auflösungsprozesses! Oder um den nominalistischen Standpunkt Hobbes' klar hervorzukehren: Der Begriff der Bewegung Ursache aller Universalbegriffe und damit Ursache aller besonderen Einzelbegriffe. So wenigstens müßten wir die Formulierung von Hobbes erwarten,

der bisher unentwegt bei seiner nominalistischen Denkweise verharrte. Aber während er bis zu diesem Punkte nachdrücklich den Standpunkt des Nominalismus vertritt, findet von nun ab eine plötzliche Durchbrechung der bisher geübten Konsequenz statt. Vom Nominalismus ist auf einmal nichts mehr zu spüren. Wir resümieren noch einmal: Die Ursache der Einzeldinge (singularia) sind die Universalien, die Allgemeinbegriffe. Was für Begriffe mögen nun hinter den letzteren als Ursachen stecken? Oder wie sind sie zu erklären? Hobbes' Antwort lautete: Die Ursache der Universalien ist die Bewegung. Aber wir erfahren zunächst nichts darüber, ob er damit den Begriff der Bewegung meint, oder ob er die Bewegung als unabhängig von unserem Denken bestehende Tatsache vorstellt. Ob Hobbes die hierin steckende Schwierigkeit selbst mit vollem Bewußtsein empfunden hat, mag dahingestellt bleiben. Jedenfalls stehen wir vor der Tatsache, daß er sie umgangen und nicht gelöst hat. Daß die große Mannigfaltigkeit der Dinge letzthin auf Bewegung gegründet ist, das also ist die große Entdeckung, auf welche Hobbes sich nicht wenig zugute tut. Wir geben ihm angesichts der Bedeutsamkeit dieses Gedankens wieder selbst das Wort dazu. Op. lat. I, 62, 7: Nam et figurarum omnium varietas ex varietate oritur motuum quibus construuntur, nec motus aliam causam habere intelligi potest praeter alium motum, neque varietates rerum sensu perceptarum, ut colorum, sonorum, saporum, etc aliam causam praeter motum, partim in objectis agentibus, partim in ipsis sentientibus delitascentem! Welcher Art diese Bewegung ist und wie sie die große Welt der Dinge in ihrer Mannigfaltigkeit hervorzubringen imstande ist, das wagt Hobbes zunächst nicht in den Kreis der Erörterung zu ziehen: denn er fährt fort: 'ita tamen, ut quamquam qualis ille motus sit sine ratiocinatione cognosci non possit, esse tamen motum aliquem manifestum sit'. Das nähere Studium der Bewegung, die hier kurz definiert wird als 'loci unius privatio et alterius acquisitio', weist Hobbes der Geometrie zu. Wir lassen dementsprechend das Phänomen der Bewegung einstweilen beiseite, um es dann wieder aufzunehmen, wenn wir Hobbes' naturwissenschaftliche und mathematische Gedankenwelt betreten.

Wir schließen nunmehr unsere Betrachtung der allgemeinen philosophischen Grundansichten des Hobbes ab, indem wir nur noch auf ein mit „Körper und Akzidens" überschriebenes Kapitel näher eingehen, um uns dann noch etwas eingehender mit seinen psychologisch-physiologischen Voraussetzungen zu befassen, deren Studium er selbst als unerläßlich für fachwissenschaftliche Erörterungen bezeichnet. Als Resultat unseres bisherigen Exkursus

können wir herausstellen, daß der anfänglich nachdrücklich betonte nominalistische Standpunkt bedenklich ins Wanken geraten ist. Hobbes wollte alles Wissen nach dem Vorbild der Geometrie auf der wohlgegründeten Basis von Definitionen aufbauen, die willkürlich verabredet sind, wie denn überhaupt nach ihm alle Begriffsnamen als Produkte einer sprachlichen Übereinkunft anzusehen sind. Unterscheiden, Ordnen und Namengeben ist ihm das Wesen philosophischer Denktätigkeit. In der Vorrede zur englischen Ausgabe seiner Werke vergleicht er diese Tätigkeit mit dem Ordnen des Chaos im Schöpfungsakte: 'If you will be a philosopher in good earnest, let your reason move upon the deep of your own cogitations and experience; those things that lie in confusion must be set asunder, distinguished and every one stamped with its own name set in order; that is your method must resemble that of the creation'. Es ist vielleicht nicht ohne Interesse eine Bemerkung des Hobbes anzufügen, die uns seine ganze Auffassung über Sinn und Bedeutung der Philosophie bekundet. Da ist nun im englischen Text vom Nutzen der Philosophie die Rede, und es wird unter diesem Stichwort aufgezählt das Messen von Gegenständen und Bewegungen, die vorteilhafte Bewegung schwerer Gegenstände, Architektur, Schiffahrt, Anfertigung von Gebrauchsgegenständen, Berechnung der Bahnen der Himmelskörper, Stellung der Gestirne, Zeitrechnung usw. Wir erkennen hieraus einerseits, daß ganz im Sinne Bacons die gesamten Gebiete der Technik und Naturwissenschaften bei ihm zur Domäne der Philosophie zählen, und wir erkennen andererseits, daß seine ganze Auffassung der Philosophie insofern echt baconisch genannt werden muß, als auch er als Ziel der Philosophie den Nutzen für die Menschheit bezeichnet. Hier ist einer jener wenigen Punkte, wo wir überhaupt eine Abhängigkeit des Hobbes vom Lordkanzler konstruieren können. Denn auch bei letzterem ist Ziel des wissenschaftlichen und philosophischen Denkens die Erfindung, welche die Herrschaft des Menschen über die Dinge erweitert. Heißt es doch bei Baco geradezu (Nov. org. I, 3): 'Scientia et potentia humana in idem coincidunt, quia ignoratio causae destituit effectum'. Also soweit das Wissen des Menschen geht, soweit reicht auch seine Macht; denn wer die Ursachen kennt, der kann auch die Wirkungen hervorbringen. Denselben Nützlichkeitsstandpunkt vertritt auch Hobbes bezüglich der Leistungen, die er von einer echten Philosophie erwartet. Gerade ihrer praktischen Seite wegen will er die philosophische Betrachtung auch ausdehnen auf Probleme der Ethik und des Staatslebens. Der Nutzen der Philosophie für eine staatliche Gemeinschaft besteht nach ihm gerade darin,

daß sie Übelständen vorzubeugen vermag. 'But the utility of moral and civil philosophy is to be estimated not so much by the commodities we have by knowing these sciences as by the calamities we receive from not knowing them.'

Wir wollen nun, ehe wir zur Psychologie des Hobbes übergehen, noch einige Bemerkungen einfügen, die das Verhältnis von Körper und Akzidens bei ihm betreffen. Er hat dieser Frage ein ganzes Kapitel gewidmet, überschrieben 'De Corpore et accidente'. Wenn wir die Definition des Körpers bei Hobbes lesen, dann werden wir ganz unwillkürlich an Kants Ding an sich erinnert. Diese Definition, die uns ganz aus dem Bannkreis des Nominalismus herausführt, lautet so (op. lat. I, 91, 7): Itaque definitio corporis hujusmodi est, corpus est quicquid non dependens a nostra cogitatione cum spatii parte aliqua coincidit vel coextenditur'. Und im englischen Text heißt es: 'And because it depends not upon our thought, we say it a thing subsisting of itself as also existing, because without us'. Dem Körper kommt hiernach Realität außer unserem Denken zu. Fast drängen sich einem bei dieser Gelegenheit Kants Stichworte der transzendentalen Idealität und der empirischen Realität des Raumes auf. Und fast als ob ein Zusammenhang mit Kants System bestände, heißt es dann des weiteren bei Hobbes: 'And lastly it is called the subject, because it is so placed in and subjected to imaginary space, that it may be understood by reason, as well as perceived by sense. Wir werden hierdurch noch mehr in Kants Lebenswerk versetzt. Redet hier doch Hobbes vom imaginary space! Müssen wir vorstehendes Zitat des Hobbes nicht in Parallele stellen zu den Ausführungen des Königsberger Philosophen, denen zufolge der Raum eine in der reinen Vernunft gegründete Anschauungsform ist, eben eine Anschauungsform, in welche sich alles empirische Geschehen einordnet. „Transzendentale Idealität und empirische Realität", sagt Kant. 'It may be understood by reason, as well as perceived by sense', heißt es bei Hobbes. Eine geistige Verwandtschaft besteht hiernach zwischen Hobbes und Kant bezüglich dieses Punktes, die sich allerdings um so mehr als oberflächlicher Natur erweist, je weiter wir ihr auf den Grund zu gehen versuchen. Das Verhältnis von Innen- und Außenwelt ist das große Problem, an das sich hier unser Philosoph, wenn auch nur streifend, heranwagt. Hatte er eben noch an Kant erinnert, so findet er nun plötzlich als wesentliches Merkmal im Begriff des Körpers die von unserem Denken unabhängige räumliche Ausdehnung. 'Itaque definitio corporis hujusmodi est, corpus est quicquid non dependens a nostra cogitatione cum spatii parte

aliqua coincidit vel coextenditur'. Soweit über den Körper! Was ist nun ein Akzidens? Das ist, so formuliert Hobbes die Antwort, die Art und Weise, in der von uns ein Körper wahrgenommen wird. Hobbes legt Verwahrung ein gegen die Auffassung, daß etwa das Akzidens ein Teil des Körpers sei. Er sagt darüber (op. lat. I, 91): 'Volunt tamen plerique dici sibi accidens esse aliquid, scilicet partem aliquam rerum naturalium, cum revera pars earum non sit. His ut satisfiat, optime, quantum fieri potest, respondent illi qui accidens definiunt esse modum corporis, juxta quem concipitur; quod est idem ac si dicerent, accidens esse facultatem corporis qua sui conceptum nobis imprimit'. Eingehend auf die Aristotelische Lehre über Körper und Akzidens macht Hobbes die Bemerkung, daß die Definition des Akzidens bei Aristoteles eigentlich nur negativer Natur sei, indem nach ihm das Akzidens dem Körper innewohnt nicht als Teil, aber in einer Weise, daß die Wegnahme des Akzidens den Körper nicht aufhebe. Diese Behauptung läßt Hobbes nur mit Einschränkung gelten; er weist darauf hin, daß es gewisse Akzidentien gibt, die dem Körper wesentlich sind und mit deren Verschwinden zugleich der ganze Gegenstand verschwinden muß. Im englischen Text lautet die einschlägige Stelle so: '. . .Which is right, saving that there are certain accidents which can never perish except the body perish also; for no body can be conceived to be without extension, or without figure'. Gegen die in der ihm bekannten Literatur verbreitete Lehrmeinung, daß gewissen Akzidentien, wie räumliche Ausdehnung, Bewegung, Ruhe u. a. m., eine bevorzugte Stellung vor anderen, z. B. Farbe, Wärme, Geruch usw., zukomme, die ihnen die Bezeichnung inhärierender Akzidentien eintragen, macht Hobbes die vorläufige, von uns nachher noch weiter zu verfolgende Einwendung, daß auch diese letzteren Akzidentien den ersteren gleichartig seien, indem sie alle auf das eine Akzidens der Bewegung zurückzuführen seien. 'I desire they would suspend their judgment for the present, and expect a little, till it be found out by ratiocination, whether these very accidents are not also certain motions, either of the mind of the perceiver, or of the bodies themselves which are perceived.' Wir werden in diesem Zusammenhange nochmals auf eine erkenntnistheoretische Frage bei Hobbes zurückgeführt. Es ist die Unterscheidung eines realen Raumes von der Raumvorstellung (imaginary space), die noch deutlicher, als bereits oben angedeutet wurde, die Parallele zu der von Kant vertretenen Lehre über die transzendentale Idealität und die empirische Realität des Raumes hervortreten läßt. Natürlich handelt es sich dabei durchaus nicht um dieselbe Lehre, aber die Auffassung des Hobbes bietet

doch ein gewisses Analogon zu derjenigen Kants. Das wird deutlich, wenn wir Hobbes' eigene Worte gebrauchen (op. lat. I, 93, 22): 'Extensio corporis idem est quod magnitudo ejus, sive id quod aliqui vocant spatium reale; magnitudo autem illa non dependet a cogitatione nostra, sicut spatium imaginarium, hoc enim illius effectus est, magnitudo causa; hoc animi, illa corporis extra animum existentis accidens est'. Der reale Raum wird hier also als Ursache hingestellt, welche die Raumvorstellung hervorbringt. Bei Kant liegt gewissermaßen die Sache gerade umgekehrt; bei ihm steckt hinter dem empirisch gegebenen Raume, also einem Phänomenon, gerade ein Gedanken- oder Verstandsding, also ein Nooumenon als seine transzendentale Ursache. Hobbes faßt dann am Schluß dieser Auseinandersetzungen den fundamentalen Unterschied zwischen Gegenstand und Akzidentien dahin zusammen, daß letztere entstehen und vergehen, nicht aber der Gegenstand. Eine Ausnahme macht nach ihm nur das Akzidens Größe oder Ausdehnung. 'But it is manifest, that all other accidents besides magnitude or extension may be generated or destroyed . . . And therefore bodies, and the accidents under which they appear diversely, have this difference, that bodies are things, and not generated, accidents are generated and not things.' Daß den Akzidentien nach Hobbes kein selbständiges Sein zukommt, erhellt aus folgendem Satz: 'An accident cannot depart from its subject, but only perisheth, and another is generatet. Endlich noch ein Wort des Hobbes über die Essenz. Die Essenz ist nach ihm jenes Akzidens eines Körpers, das ihm seinen Namen, seine Bezeichnung einträgt. Diese Essenz heißt Form, insofern dabei an seine Entstehung gedacht wird. Verglichen mit irgendeinem seiner Akzidentien wird ein Körper das Subjekt genannt, verglichen aber mit jenem bevorzugten Akzidens, der Form, wird von Materie geredet. Wir belegen diesen Gedanken kurz mit einem Zitat (op. lat. I, 104): 'Corpus rursus, respectu cusjuslibet accidentis sui, vocatur subjectum. Respectu formae, materia nominatur'. Jede Veränderung eines Körpers beruht auf einem Wechsel der Akzidentien. Jedes entstehende und vergehende Akzidens bewirkt eine Veränderung des Körpers. 'The production or perishing of any accident makes its subject be said to be changed.' Nur wenn die Form, die Essenz, entsteht oder vergeht, dann handelt es sich nicht um eine bloße mutatio des Körpers, sondern um sein Entstehen oder Vergehen selbst. Das einzig Bleibende bei einem Wechsel der Essenz, der Form, ist die Materie. 'Only the production or perishing of form makes it be said it is generated or destroyed; but in all generation

the name of matter still remains'. Was für eine Bewandtnis hat es nun mit dem von Aristoteles und seinen Schülern herrührenden Begriff einer materia prima? Es ist ein bloßer Name, antwortet Hobbes, indem er sich wieder auf seinen nominalistischen Standpunkt stellt. Gleichwohl ist es kein unnützer Name. 'Significat enim', so fährt er zur Begründung fort, 'corpus considerari sine consideratione cujuscunque formae et cujuscunque accidentis, excepta solummodo magnitudine, sive extensione, et aptitudine ad formam et accidentia recipienda, ita ut si quoties opus est uti hoc voce, corpus generaliter sumptum, utamur hac materia prima recte fecerimus.' Materia prima ist also hiernach ein bequemer sprachlicher Ausdruck, sofern wir absehen von jedem Akzidens, sofern wir selbst die Essenz, die Form, außer Betracht lassen und lediglich die Quantität in Rücksicht ziehen.

Unser bisheriger Exkurs hat uns kaum auf Gedanken geführt, die etwas für Hobbes besonders Charakteristisches und von ihm neu in die Philosophie Eingeführtes enthalten. Sowohl was den Gedankengang als auch die von ihm gebrauchte Terminologie angeht, befanden wir uns bisher bei ihm auf Bahnen, welche die Scholastik bereits vor ihm gewandelt ist. Wir wenden uns nunmehr seiner Theorie der sinnlichen Wahrnehmung zu, die schließlich bei ihm in eine Erkenntnistheorie übergeht, wo er wirklich fruchtbringende und neue Gedanken aufzuweisen hat, die seinen Namen als ebenbürtig neben demjenigen eines Locke und Hume erscheinen lassen, ja die erkennen lassen, daß ein großer Teil des anderen gezollten philosophischen Ruhmes recht eigentlich ihm gebührt. Wir folgen ihm nun zunächst in seine Theorie der sinnlichen Wahrnehmung und Erkenntnis. Schon verschiedentlich haben wir das Prinzip gestreift, das er hier zugrunde legt. Alle sinnlichen Eindrücke sollen auf Bewegung zurückgeführt werden, und zwar auf Bewegung im wahrnehmenden Subjekt und auf Bewegung im Objekt außerhalb. Der Wichtigkeit des Problems der sinnlichen Wahrnehmung ist sich Hobbes voll bewußt, wenn er sagt: 'Of all the phenomena or appearances which are near us, the most admirable is apparition itself', *τὸ φαίνεσθαι*. Dieses Phänomen aller Phänomene besteht darin, daß gewissen Körpern, nämlich denjenigen von Mensch und Tier, die Fähigkeit zukommt, Abdrücke oder Bilder anderer Dinge in sich aufzunehmen. 'Namely, that some natural bodies have in themselves the patterns (= exemplaria im lateinischen Text) allmost of all things.' Was wir hier von Hobbes erfahren, geht nicht über den Rahmen dessen hinaus, was als Reminiszenz aus seiner Oxforder Studienzeit angesehen werden

muß. Hier hatte er erfahren, daß Bilder der außer uns befindlichen Dinge durch Auge und Ohr Einlaß in unser Inneres erhalten. Robertson sagt darüber: 'Advanced to physics, he next learnt from the master that all things were made up of matter and form as parts, that species of things floating through the air conveyed forms to the eye and sounds to the ear'. Über diese Stufe der Einsicht geht nun aber Hobbes hinaus. Wollen wir uns also — das ist Hobbes Gedanke, der auch von Kant in seiner Einleitung zur „Kritik der reinen Vernunft" ausgesprochen wird — mit der menschlichen Erkenntnis befassen, so tritt uns als erste Aufgabe das Studium unseres Erkenntnisvermögens entgegen. Op. lat. I, 316: 'Adeo ut si phaenomena, principia sint cognoscendi caetera, sensionem cognoscendi ipsa principia principium esse, scientiamque omnem ab ea derivari dicendum est, et ad causarum ejus investigationem ab alio phaenomeno, praeter eam ipsam, initium sumi non posse'. Wie aber ist eine Untersuchung unseres Erkenntnisvermögens anders möglich als eben durch unser Erkenntnisvermögen selbst? Auch diese von Kant erhobene Vorfrage findet sich bei Hobbes. Sie lautet bei ihm: 'Sed quo, inquies, sensu contemplabimur sensionem?' Und darauf gibt er folgende Antwort: 'Eodem ipso, scilicet, aliorum sensibilium etsi praetereuntium, ad aliquod tamen tempus manente memoria. Nam sentire se sensisse, meminisse est!' Das hier von Hobbes in Angriff genommene Problem ist dasjenige der sinnlichen Wahrnehmung und Erkenntnis oder, etwas allgemeiner ausgedrückt, das Problem des Verhältnisses von Innenwelt und Außenwelt, von Denken und Sein. Wir folgen nun Hobbes in seine Ausführungen. Er geht aus von der unzweifelhaften Tatsache, daß im Bestande unserer Empfindungen, Vorstellungen und Gedanken ein immerwährender Wechsel stattfindet. Dieser Wechsel der Phantasmata und Ideen wird hervorgerufen dadurch, daß unsere Sinne fortgesetzt anderen Objekten begegnen, 'prout sensionis organa modo in unum, modo in aliud objectum convertuntur'. Da aber die Sinneswerkzeuge lediglich Teile des empfindenden Subjekts sind, so entspricht dem Wechsel der Ideen eine Veränderung des empfindenden Subjekts. 'Generantur ergo et pereunt, ex quo intellegitur esse ea corporis sentientis mutationem aliquam'. Veränderung aber, so führt Hobbes diese Gedankenreihe weiter, besteht in Bewegung und in nichts anderem. 'Mutatio autem omnis motus est aliquis vel conatus, qui conatus etiam motus est.' Bewegung also herrscht im Objekt und Bewegung findet statt im empfindenden Subjekt. Welcher Zusammenhang besteht nun zwischen beiden Bewegungen und wie ist dieser zu erklären? Die gesamte sinn-

liche Wahrnehmung geht nach Hobbes zurück auf Bewegungsvorgänge außer uns, die durch die Pforten der Sinnesorgane in unser Inneres Eingang finden und hier nun gleichfalls eine Bewegung veranlassen. Letzten Endes also besteht sinnliche Wahrnehmung und Empfindung in innerer Bewegung. 'Sensio igitur in sentiente nihil aliud esse potest, praeter motum partium aliquarum intus in sentiente existentium, quae partes motae organorum quibus sentimus partes sunt.' Diese dabei beteiligten Körperteile heißen darum organa sensoria. Wie sind nun diese Sinnesorgane befähigt, außerhalb des Körpers stattfindende Bewegungen aufzunehmen? Da ist nun Grundüberzeugung des Hobbes, daß sich eine Fortpflanzung der Bewegungsvorgänge lediglich bei unmittelbarer Berührung vollziehen kann. Hobbes plädiert also, um es physikalisch auszudrücken, für die Nahewirkungstheorie und verwirft die Möglichkeit einer Fernewirkung. Es kann also die Erregung der Sinnesorgane nur auf eine direkte Berührung zurückgeführt werden. Und da nach der Überzeugung des Hobbes eine Bewegung nur durch eine andere verursacht sein kann, so muß der das Sinnesorgan berührende Körper selbst in Bewegung sein. Op. lat. I, 318: 'Ostensum est praeterea motum nisi a moto et contiguo generari non posse. — Ex quo intellegitur sensionis immediatam causam esse in eo, quod sensionis organum primum et tangit et premit'. Die so auf die Sinneswerkzeuge von außen übertragene Bewegung nun klingt hier nicht wirkungslos ab, sie endet hier nicht, sondern sie wird vielmehr in das Innere weiterverbreitet, 'to the innermost part of the organ'. Was wir darunter zu verstehen haben, wird uns gleich weiter auseinandergesetzt werden. Die von einem äußeren Objekt auf das Sinnesorgan übertragene Bewegung veranlaßt eine Reaktionsbewegung. Und gerade diese gibt Veranlassung zur Bildung der Phantasmata. Hören wir Hobbes darüber: 'Here is also in the same organ an andeavour opposite to the endeavour which proceeds from the object. — Then from the reaction, how little soever the duration of it be, a phantasm, or idea hath its being'. Diese Auffassung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit derjenigen Herbarts; nach Herbart besteht das Wesen der sinnlichen Wahrnehmung gerade darin, daß die durch sinnliche Eindrücke veranlaßten Veränderungen eine Reaktion veranlassen. Die Seele ist nach Herbart eine absolut einfache Substanz, deren Vorhandensein wir nur an ihrer Selbsterhaltung gegen die Störungen von außen merken. Diese Reaktionen gegen die von außen kommenden Eindrücke machen die Vorstellungen aus.

Bei Hobbes kommt die Reaktion der Sinnesorgane in der

Weise zustande, daß wir unwillkürlich die Ursache der Bewegung ihrer inneren Teile in die äußeren Teile verlegen. Die Bewegung der letzteren ist verursacht durch einen sie berührenden bewegten Körper. Dieser hinwiederum ist seinerseits durch einen etwas entfernteren Körper in Bewegung versetzt. So verlegen wir die Bewegungsursachen in immer größere Entfernung, indem jeder Körper wieder von einem benachbarten Körper die Bewegung empfängt. So kommen wir schließlich 'to that from which, as from its fountain, we derive the phantasm or idea that is made in us by our sense'. Dieser letzte Körper, auf den wir bei der Rückverfolgung des unsere Sinne treffenden Bewegungsvorgangs stoßen, wird Objekt genannt. So kommt denn Hobbes zu folgender Definition der Sinnlichkeit, um diesen Kantischen Ausdruck zu gebrauchen: 'Sensio est ab organi sensorii conatu ad extra, qui generatur a conatu ab objecto versus interna, eoque aliquamdiu manente per reactionem factum phantasma'. Daß die Vorstellungen durch Sinneseindrücke entstehen, hatte schon Aristoteles gelehrt, ebenso daß ihr Wesen in Bewegungen der Sinnesorgane besteht, welche leicht wieder hervorgerufen werden können. Bei Hobbes neu aber ist die ganze Art, wie er im Detail diese Entstehung von Eindrücken und Vorstellungen ausmalt. Damit nämlich eine Bewegung vom äußeren Objekt zu den Sinnesorganen übertragen werden kann, muß ein Medium zwischen beiden vorhanden sein, durch welches sich Bewegungsvorgänge ausbreiten und von Körper zu Körper übertragen werden können. Wenn zwar die Ursachen unserer Phantasmen die auf die Sinneswerkzeuge übertragenen Bewegungen äußere Objekte sind, so sind doch diese Objekte nicht unsere Ideen. 'For light and colour, and heat and sound, and other qualities which are commonly called sensible, are not objects, but phantasms in the sentients.' Mit diesen Worten wird in der entschiedensten Weise der subjektive Charakter unserer Sinnesqualitäten betont. 'Phantasma enim est sentiendi actus; neque differt a sensione aliter quam fieri differt a factum esse; quae differentia in instantaneis nulla est'. Eine weitere merkwürdige Feststellung bei Hobbes ist die, daß die Fortpflanzung der sinnlichen Eindrücke im Innern der Organe und des ganzen Körpers zeitlos, momentan vor sich geht. Die Entstehung also der Phantasmata ist eine durchaus augenblickliche. Hier hat ihm die durch Präzisionsinstrumente unterstützte Beobachtung der modernen physiologisch-psychologischen Forschung nicht recht gegeben. Ihr verdanken wir den experimentellen Nachweis, daß es z. B. eine gewisse meßbare Reaktionszeit gibt, und daß die Ausbreitung der Reize in den Nervenbahnen mit

einer gewissen endlichen Geschwindigkeit vor sich geht. Im Gegensatz dazu behauptet Hobbes: 'Fit autem phantasma in instante'. Obgleich ihn die oberflächliche Beobachtung davon hätte überzeugen müssen, daß sonst überall zur Ausbreitung einer Bewegung ein gewisser größerer oder geringerer Zeitraum erforderlich ist. Hören wir noch, wie Hobbes seine Ansicht begründet: 'In omni enim motu per corpus perpetuum propagato, pars prima mota movet secundam, secunda tertiam, et sic deinceps usque ad ultimam; idque ad distantiam quantamcunque. Et in quo puncto temporis pars prima sive anterior processit ad locum recundae, quam ipsa pepulit, eodem puncto temporis pars penultima in locum successit recedentis ultimae, quae eodem instante reagens, si reactio satis fortis sit, efficit phantasma; facto autem phantasmate, sensio simul facta est.' Sobald daher die Sinneswerkzeuge verletzt werden, sind sie zugleich funktionsunfähig gemacht, und alle entsprechenden Phantasmata kommen damit in Wegfall. 'Organa sentiendi, quae quidem in sentiente sunt, partes ejus illae sunt, quibus laesis tollitur phantasmatis generatio, etsi alia pars laesa nulla sit'. Wie sich Hobbes den ganzen Sinnesapparat konstruiert denkt, das erfahren wir eigentlich nur ganz andeutungsweise. Auch er nimmt gewisse Lebensgeister, spiritus, an, an deren Vorhandensein das Funktionieren der Sinnesapparate geknüpft erscheint. Als wichtige Bestandteile der Sinnesorgane werden dann des weiteren Membranen angeführt, die im Gehirn ihren Ursprung nehmen (quae ortae a meninge tenera cerebrum et nervos omnes vestiunt). Vom Gehirn vollzieht sich dann die weitere Fortpflanzung zum Herzen. Vestiunt item cerebrum, et arteriae quae in cerebro sunt, et quibus commotis commovetur quoque sensionis omnis origo, cor. Das Herz also ist das eigentliche letzte Organ, zu welchem alle Sinneseindrücke vordringen müssen und von welchem alle Reaktionen ausgehen, die schließlich wieder bei dem Objekt enden, von dem die ganze Erregung ausging. Damit nähert sich Hobbes wiederum der Ansicht des Aristoteles, daß der Sitz des Empfindungsvermögens und damit das eigentliche Zentralorgan der Seele das Herz ist. Hobbes erkennt an, daß auf den Nervenbahnen die Ausbreitung und Fortpflanzung der Sinneseindrücke vor sich geht. Ist darum irgendwo ein Nervenstrang unterbrochen, so ist damit auch die entsprechende sinnliche Wahrnehmung ausgeschaltet. Das ist nach Hobbes vor allen Dingen der Fall, wenn die normale Verbindung zwischen Gehirn und Herz gestört ist. Ist das der Fall, so kann es nimmermehr zur Wahrnehmung eines Objekts kommen. Des weiteren verficht nun Hobbes die Behauptung, daß die Unterscheidung und

Vergleichung von Objekten nur dadurch erreicht wird, daß die Phantasmata, die so plötzlich entstehen, nicht mit derselben Plötzlichkeit wieder verschwinden. Ein Verweilen der Phantasmata aber wäre unmöglich, wenn die entsprechende Bewegung im Sinnesorgan andauerte. (. . . 'if that motion in the organ, by which the phantasm is made, did not remain there for some time, and make the same phantasm return'.) Auf diesem Nachwirken des Wahrnehmungsprozesses beruht alles Erinnern. Und an das Vorhandensein dieses Gedächtnisses ist alles Vergleichen und Unterscheiden und damit also alle Erkenntnis geknüpft. 'Wherefore sense as I here understand it, and which is commonly so called, hath necessarily some memory adhering to it, by which the former and later phantasms may be compared together, and distinguished from one another.'

So geht denn nach Hobbes die ganze Sinnlichkeit auf in einem immerwährenden Wechsel der Phantasmata, die unser Bewußtsein beschäftigen. Ein Mann, der immer nur denselben unbeweglichen Gegenstand sieht, hat nach ihm eigentlich keinen 'sense'. 'Sentire semper idem, et non sentire, ad idem recidunt.' Was geschieht nun, wenn mehrere Sinneseindrücke gleichzeitig Einlaß begehren und in dasselbe Sinnesorgan einzudringen streben? Darauf gibt Hobbes folgende Antwort: Die Natur unserer Sinnlichkeit gestattet es nicht, daß gleichzeitig mehrere Dinge wahrgenommen werden können, da ja das Wesen unserer sinnlichen Wahrnehmung in Bewegung besteht. Treffen also zwei Eindrücke gleichzeitig unsere Sinnesorgane, so müssen sich die dabei auftretenden Bewegungen gegenseitig stören. Es ist sonach ausgeschlossen, daß gleichzeitig zwei deutliche verschiedene Phantasmata entstehen können. Vielmehr werden beide Bewegungen zu einer einzigen verschmelzen. Es wird, wie wir es heute in physikalischem Sprachgebrauch ausdrücken würden, eine Überlagerung oder Kombination derselben eintreten. Eine entsprechende Verschmelzung gehen dann natürlich auch die entsprechenden Phantasmata ein. 'Non fient ergo duo phantasmata duorum objectorum, sed unum ex amborum actione conflatum.' Von einem Objekt geht eine ganze Reihe von Bewegungen aus, deren jede irgendein Sinnesorgan in Bewegung versetzt. Aber diese Mannigfaltigkeit der einzelnen Phantasmata wird in unserem Bewußtsein wieder zu einer Einheit zusammengefaßt. 'Nam etsi objectum variegatum videamus, unum tamen est objectum variegatum, non objecta varia.' Daß wir mehreren Objekten nicht gleichzeitig in gleichem Maße unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden vermögen, das hat nach Hobbes vor allem seinen Grund darin, daß durch die Wirkung

eines Objekts auf unsere Sinne besonders die allen Sinnesorganen gemeinsamen Partien von den Nervenwurzeln bis zum Herzen sehr stark in Anspruch genommen werden. Für die Bewegungen, die von einem zweiten Objekt eintreffen, sind sie wenig oder gar nicht eingestellt (minus sunt utilia). 'Et unde est quod minus objecti studium aliorum objectorum sensum, praesentem quidem, nullum esse patitur.' Dieses Überwiegen eines Phantasmas vor allen übrigen, die daneben nicht zu voller Geltung kommen können, vergleicht Hobbes mit dem Leuchten der Sonne, die durch ihre Lichtfülle alle anderen Gestirne ausschaltet. Jenes Phantasma nun, welches auch nach der Entfernung des Gegenstandes noch verbleibt, wird imaginatio genannt — fancy im Englischen. 'Imagination', sagt Hobbes, 'therefore is nothing else but sense decaying or weakened, by the absence of the object.' Diese nach Entfernung des Objekts noch andauernde Bewegung ist nach Hobbes allerdings schwächer als während der eigentlichen Wirkungszeit des Objekts. Wir erkennen in diesen Ausführungen manche Anklänge an Resultate unserer heutigen Psychologie und Physiologie. Woher kommt es nun, so fragt Hobbes weiter, daß im Schlaf während des Träumens die Vorstellungen so klare sind wie kaum im wachenden Zustande? Wie kommt es, daß sie an Deutlichkeit so sehr andere Vorstellungen in unserer Erinnerung übertreffen? Nun, das liegt daran, daß im wachenden Zustande unsere Sinne von vielen gegenwärtigen Objekten in Anspruch genommen werden. Unter den von ihnen herrührenden Phantasmata ist zwar eins das überwiegende, aber es erfährt dennoch durch die anderen eine erhebliche Abschwächung. Im Traum dagegen sind die Pforten unserer Sinne für Eindrücke, die etwa von außen Einlaß begehren, geschlossen. 'Whereas in sleep, the passages being shut up, external action doth not at all disturb or hinder internal motion.' Daß Hobbes ein feines Gefühl für die Erklärung psychologisch-physiologischer Erscheinungen besitzt, das ergibt sich aus dem Umstande, daß er einige der wichtigsten Resultate unserer heutigen experimentellen Forschung geradezu diviniert hat. Zwar hören wir nicht von ihm, daß er systematische Versuche angestellt hat, aber er beweist doch in der Deutung mancher psychischen und physiologischen Vorgänge eine erstaunliche Geschicklichkeit und Findigkeit. Das tritt z. B. auch deutlich zutage in der Art, wie er sich den Vorgang der Ermüdung bei unserer Sinnestätigkeit vorstellt. Er denkt sich die Sache so, daß durch die fortgesetzte Sinnestätigkeit die Bewegungen der Teile der Sinnesorgane nur schmerzhaft vor sich gehen, und daß sich infolgedessen diese Teile in das Innere

zurückziehen wie etwa eine Schnecke ihre Fühler einzieht. Wir setzen die sich darauf beziehende Stelle hierher, zumal darin wieder bemerkenswerter Weise von den spiritus die Rede ist 'Suppono ergo diuturna objectorum actione, quam necessario sequitur organi, et praecipue spirituum reactio, organum lassari, id est, partes ejus a spiritibus non sine dolore aliquo commoveri; et proinde desertis et laxatis nervis ad fontem suum, sive in cerebri sive in cordis cavitate positum, se retrahere, unde actio, quae per nervos derivabitur, necessario intercipitur.' Daß diese Ermüdung eine allmähliche ist, erklärt Hobbes damit, daß das Zurückgehen der Organteile und das Verlassen der Nerven nicht plötzlich eintritt, sondern nur nach und nach stattfindet. Inwieweit die Aufnahmefähigkeit der Sinne von der Anwesenheit der spiritus abhängig ist, zeigt uns folgende Stelle im englischen Text (E. W. I, 397): 'And therefore there is no more reaction, that is, no more sense, till the organ being refreshed by rest, and by a supply of new spirits recovering strength and motion, the sentient awaketh'. Merkwürdig ist hier die Tatsache, daß Hobbes, der gerade als erster eine streng mechanisch aufgebaute Psychologie zu geben versuchte, dieser Lebensgeister oder spiritus trotzdem nicht entraten konnte, um die Vermittlung zwischen Leib und Seele zu erklären. Dieser schon von den Stoikern gebrauchte Begriff, der im Mittelalter besonders von Thomas von Aquino bekämpft wurde, erfuhr eine Neuaufnahme durch Bacon und Descartes. Vielleicht dürfen wir annehmen, daß auch Hobbes einem von ihnen dieses Hilfsmittel der psychologisch-physiologischen Erklärung verdankt. Wir merken hier als historische Notiz an, daß dieser Begriff auch bei Malebranche und der Schellingschen Schule wiederkehrt. Wir hatten soeben von Hobbes erfahren, wie er sich die nach Ermüdung im erquickenden Schlafe eintretende Erholung denkt. Dieser normale Verlauf nun, so belehrt uns Hobbes weiter, kann durch Fieberhitze gestört werden. Bei solchen Fieberanfällen werden die spiritus in unnatürlicher Weise aufgeregt und dadurch auch die Sinnesorgane in Mitleidenschaft gezogen (. . . the spirits and other parts of the organ stirred up in some extraordinary manner). An anderer Stelle kommt Hobbes nochmals auf die Theorie der Träume zurück. Seine Ausführungen gipfeln in folgenden Resultaten, die zum Teil einen beinahe wissenschaftlichen Anstrich zeigen. Da sagt er ganz richtig, daß der Unterschied der Traumvorstellungen von den Vorstellungen eines Wachenden in erster Linie darin zu suchen ist, daß ihnen im Gegensatz zu den letzteren jede Ordnung und jeder Zusammenhang abgeht. (No coherence in them.) Alles Vorstellungsmaterial aber, das in

der Gedankenwelt des Träumenden zur Verarbeitung gelangt, entstammt nach ihm früheren sinnlichen Eindrücken. Diese Feststellung berührt sich aufs engste mit derjenigen Lockes und besonders Humes, dem zufolge unser gesamter Vorstellungsinhalt immer nur aus der Erfahrung stammt. Ganz richtig unterscheidet dann unser Philosph solche Träume, die uns im tiefsten Schlaf überkommen, von solchen, die wir wohl im halbwachen Zustand haben. Bei letzteren gehen unsere Traumvorstellungen von echten Wahrnehmungen der Sinne aus, die nun allmählich in das Gebiet der Träume überspielen. Endlich wird noch die treffende Bemerkung gemacht, daß sich der Traumzustand durch eine gewisse Kritiklosigkeit in der Beurteilung räumlicher und zeitlicher Verhältnisse auszeichnet. 'We admire neither the places nor the looks of the things, that appear to us', sagt Hobbes darüber. Die erstere Tatsache erklärt unser Philosoph damit, daß wir im Traum nicht jenen Überblick haben, der sonst häufig die gesamte Reihe der Erscheinungen bis zu ihrem Zielpunkt überschaut. 'In sleep we lose all thought of the end.' Und wenn Hobbes die Sachlage des weiteren ausführt mit den Worten 'our phantasms succeed one another, not in that order which tends to any end, but as it happeneth, and in such manner, as objects present themselves to our eyes when we look indifferently upon all things before us, and see them not because we would see them, but because we do not shut our eyes; for then they appear to us without any order at all', so fühlt man sich wider Willen an jene Stelle Kants erinnert, wo er auseinandersetzt, daß bloße Sinnlichkeit keine Erfahrung ausmachen kann, daß sie allein für sich höchstens zu einer Kompilation und ordnungslosen Verzeichnung der Phänomene führen kann. Es muß nach Kant der Verstand hinzukommen, der in dem Chaos Ordnung schafft, der durch Anwendung der Kategorien Zusammenhang in den lockeren Bestand der Erscheinungen bringt. Eine weitere vom physiologisch-psychologischen Standpunkt aus bemerkenswerte Ansicht des Hobbes ist diejenige über die Verquickung von Vorstellungen mit Gefühlstönen. Auch das erinnert wieder an Herbart, wo er davon redet, daß das Gefühl der Zustand ist, in welchem eine Vorstellung zwischen entgegenwirkenden eingepreßt schwebt, oder wenn beim Steigen derselben antreibende oder begünstigende Kräfte mitwirken. Die Ursache dieser Verquickung erblickt Hobbes in dem Umstande, daß das Herz das Zentralorgan für das Vorstellungsleben und zugleich für die Gemütsbewegungen ist. Op. lat. I, 331: Cum enim vitae principium in corde sit, necesse est, ut motus a sentiente ad cor propagatus motum vitalem

aliquo modo mutet sive divertat, nimirum faciliorem reddens vel difficiliorem, juvans vel impediens. Das klingt durchaus an die einschlägigen Äußerungen Herbarts an. So entsteht denn, je nachdem die Tätigkeit des Herzens gefördert oder gehindert wird, ein Gefühl der Lust oder der Unlust. 'Si juvet, voluptas, si impediat, dolor, molestia, aegritudo nascitur.' Wie nun durch Vorstellungen Gefühlszustände hervorgerufen werden können, so ist es umgekehrt auch möglich, daß gewisse Gemütsstimmungen Vorstellungen hervorbringen. (So reciprocally phantasms are generated by appetites and aversions.) So führt Hobbes als Beispiel an, daß sich, wie Hitze im Herzen von Ärger und Aufregung herrührt, so infolge einer irgendwie hervorgerufenen Erhitzung des Herzens Ärger oder die Vorstellung eines Feindes einstellen können. Daß Hobbes das Herz als Zentralorgan sowohl des animalischen wie des geistigen Lebens hinstellt, das hat bei ihm einen guten naturwissenschaftlichen Hintergrund. Harvey hatte damals seine berühmte Entdeckung des Blutkreislaufs gemacht, eine Entdeckung, die Hobbes sofort annimmt und deren Epochemachendes er des öfteren betont.

Wir wenden uns nun einem Punkt der physiologischen Psychologie des Hobbes zu, den wir mit dem Stichwort der spezifischen Sinnesenergie bezeichnen können. Zwar kommt bei ihm diese Bezeichnung nicht vor, aber dem Wesen nach hat er diese Lehre schon ausgeführt, die heute unsere Wissenschaft beherrscht und deren Formulierung gewöhnlich mit dem Namen eines Johannes Müller sowie mit denjenigen eines Du Bois-Reymond und eines Helmholtz verknüpft wird. Wir finden die Hobbessche Ansicht in folgender knappen Fassung (op. lat. V p. 310): 'Si enim motus fit per oculum, dicitur lumen vel color; si per aurem, sonus etc.; si per corporis superficiem calidum, frigidum, laeve, asperum'. Auch bei ihm schon finden wir zur Begründung dieser Lehrmeinung das in allen Lehrbüchern gängige Beispiel, daß durch irgendwelche Einwirkungen, z. B. durch einen Schlag, das Auge immer nur zu Lichtempfindungen angeregt werden kann. Gerade mit dem Mechanismus, welcher der Entstehung der Lichteindrücke zugrunde liegt, hat sich Hobbes wiederholt und in aller Ausführlichkeit befaßt. Sind doch die Augen jenes Sinnesorgan, durch das der größte Teil aller von außen auf uns eindringenden Erregungen in unser Inneres Einlaß erhält. So findet sich z. B. im Bd. IV der op. lat. eine Stelle, die uns zeigt, wie er seine allgemeine Wahrnehmungstheorie auf den Fall des Sehens anwendet. Wir entnehmen von dort folgendes: Die Gesichtsempfindung kann nur hervorgerufen werden durch eine Einwirkung auf unsere Augen.

Die Art dieser Einwirkung wird umschrieben mit den Worten 'fricando, premendo, vel percutiendo oculum'. Die Folgen dieser Einwirkung, die sich Hobbes nach vorstehenden Worten in recht grober Weise als Druck oder Stoß vorstellt, werden wieder selbsttätig im Auge rückgängig gemacht, indem die Teile des Auges in ihre frühere Lage zurückkehren. (Restitutio partium oculi pressi vel percussi ad situm naturalem.) Wie nun z. B. kann die Sonne eine derartige Wirkung auf unser Auge ausüben? Die Sonne wie alle anderen leuchtenden Körper üben diesen Druck auf unser Auge aus durch Vermittlung der Luft. Diese nämlich wird von ihnen zurückgestoßen, die ihr aufgeprägte Bewegung pflanzt sich durch den ganzen Luftraum fort und trifft auch das Auge. Nonne sol rejiciendo aerem oculum premit? Nonne corpora illuminata idem faciunt, licet debilius per reflectionem? Auge, Hirn und Herz, diese bei der Aufnahme der Luftbewegung beteiligten Organe, widerstehen nun derselben, und die so stattfindende Gegenbewegung und Wiederherstellung der gestörten Organteile führt somit zu einer Verlegung der Bewegung rückwärts nach außen und ruft so z. B. die Vorstellung der Sonne hervor. Damit nun die von außen kommende Bewegung wirklich im Auge die Lichtempfindung hervorrufen kann, muß ihr nach Hobbes ein gewisser Geschwindigkeitsgrad eigen sein, damit die Organe des Gesichts hinreichend stark erschüttert werden. Eine sehr amüsante Bemerkung macht in diesem Zusammenhange Hobbes über die visuellen Eindrücke beim Trunkenen. Er sagt, die Teilchen des Weines, den wir trinken, haben eine gewisse Eigenbewegung, und zwar von sehr hoher Geschwindigkeit. Diese Eigenbewegung wird nach Aufnahme in den Magen und die Adern vielleicht noch beschleunigt durch die innere Körperwärme. Dadurch geraten die Adern in lebhafte Bewegung, welche auch auf das Gehirn und die übrigen Organe des Sehens, besonders die nervi optici, übertragen wird. So kommen wir denn dazu, diese Bewegungen nach außen zu verlegen. Die Fenster z. B. scheinen uns in hüpfender Bewegung begriffen zu sein. An anderer Stelle (op. lat. V, 220) betont Hobbes nochmals ganz ausdrücklich, daß gerade die vom Herzen und Gehirn ausgehende Reaktion für die Lichtempfindung wesentlich ist. 'Motum ergo a lucido non vocamus lumen, antequam retro a cerebro per reactionem propagetur per nervum opticum et oculos ad medium inter oculum et lucidum.' An dieser Stelle betont Hobbes auch wieder den subjektiven Charakter der Sinnesqualitäten, also insbesondere hier der Lichtempfindungen. Licht ist nach ihm nicht etwas, das einem Objekt zukommt, sondern es ist ein subjektiver Vorgang, es ist unsere Vorstellung.

'Est ergo lumen lucidi phantasma, sive imago concepta in cerebro.' Und die Auffassung, die uns heute als Lehre von der spezifischen Sinnesenergie bekannt ist, bekundet er, wenn er fortfährt: 'Confirmatur autem etiam experientia, eo quod omni concussioni cerebri quo fit motus aliquis per nervum opticum extrorsum, ut quando oculus percutitur, apparet lumen quoddam ante oculos'. Seine Ausführungen über das Licht überträgt Hobbes dem Wesen nach auch auf die Erscheinung der Farben, die er für getrübtes Licht erklärt. 'Lumen est phantasma a lucido. Idem sentiendum de coloritus, qui sunt lumen perturbatum' heißt kurz und bündig der Satz, mit welchem er die Physiologie und Psychologie der Farbenempfindungen abfertigt.

Wir wenden uns nun zu den Funktionsvorgängen anderer Sinneswerkzeuge. Da ist z. B. eine Stelle bemerkenswert, die eine noch heute brauchbare kurze Charakterisierung des musikalischen Akkords enthält. Ein solcher Zusammenklang zweier Töne hat nach Hobbes statt, wenn sich die von beiden unser Ohr treffenden Stöße nach gewissen Zeiträumen gleichzeitig einstellen. (Quando tympanum spatiis temporum aequalibus et crebris ictum ab utroque sonante simul accipit.) Ein Punkt, in dem er gleichsam selbst über den heutigen Standpunkt hinaus geschossen hat, ist der, daß er selbst die Geruchsempfindung lediglich als einen Bewegungsvorgang angesehen wissen will. Bei ihm ist das wieder kein Ergebnis experimentellen Nachforschens oder auch nur der Deutung sinnfälliger Erfahrungen, sondern eine unbesehen hingestellte Folgerung aus seiner allgemeinen Theorie, die lediglich die Bewegung als Erklärungsprinzip gelten läßt. Jede Empfindung, so schließt er, ist irgendwie eine Veränderung im Organ. Jede Veränderung aber ist notwendig Bewegung, also auch die Geruchsempfindung. Ja er sucht die Mannigfaltigkeit der Gerüche zu erklären durch die Mannigfaltigkeit der Bewegungen, deren die Geruchshaut fähig ist. Diese Bewegungen werden dann auf Nerven übertragen, die in jene Haut hineinragen (qui cuticulae inseruntur). Mit aller Entschiedenheit wendet er sich gegen diejenigen, die das Riechen auf eine Emission feinster Körperteilchen zurückführen. Non fit ergo olfactio per effluum atomorum. Nun ist die von riechenden Körpern ausgehende Bewegung an sich nicht kräftig genug, um in unserem Geruchsorgan die entsprechende Organbewegung und damit die entsprechende Empfindung auszulösen. Vielmehr muß diese erst durch Einziehen des Atems gestärkt werden, damit die erforderliche Intensität erreicht wird. Eine weitere Bestätigung dieser seiner Theorie der Geruchsempfindungen erblickt Hobbes darin, daß ebenso Hitze und Wind die Gerüche verstärken. Während

nun alle anderen sinnlichen Eindrücke von entfernten Objekten herrühren können, so ist dies — das sieht auch Hobbes — bei den Geschmacksempfindungen nicht der Fall. Der Körper, den wir schmecken sollen, muß unsere Zunge direkt berühren. Die Verschiedenartigkeit der Geschmacksempfindungen zu erklären, getraut sich Hobbes nicht mit voller Entschiedenheit. Er läßt dabei zwei Erklärungsmöglichkeiten offen: entweder liegt das begründet in der Verschiedenartigkeit der körperlichen Gestalten der Atome verschiedener Stoffe oder aber vielleicht wieder in der Verschiedenartigkeit der Bewegungen, die diesen Atomen eigen sind. Hobbes trägt aber keine Bedenken, das unsichere Bild trotzdem im einzelnen auszuführen. So sollen die bitter schmeckenden Stoffe in ihren Teilchen eine heftige Kreisbewegung haben und mit vielen Ecken behaftet sein (Their figures are full of angles, by which they trouble the organ). Ähnliches sagt er über andere Geschmacksempfindungen. Derartige Annahmen kommen ihm denn aber doch selbst ungeheuerlich vor. Macht er doch selbst die Bemerkung: 'But this would revolt from philosophy to divination'.

Über das Tasten finden wir bei Hobbes die kurze Notiz, daß das Organ desselben eine über die ganze Körperoberfläche verbreitete Membran ist. Erleidet daher der Körper an irgendeiner Stelle einen Druck oder Stoß, so wird notgedrungen davon auch die Tastmembran getroffen. Bezüglich der Wärmeempfindung macht Hobbes nur wenige belanglose Bemerkungen. Was dagegen über die Entstehung und Ausbreitung der Wärme Interesse besitzt, wird eingehend in dem dazu bestimmten Teile dieser Arbeit näher auseinandergesetzt werden.

Wir fügen nun noch eine Bemerkung an, wo sich Hobbes über die Nachwirkung von Sinneseindrücken ausspricht. So erklärt er ganz richtig, wie es kommt, daß ein mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegter glühender Körper als Bahn eine in ihrer Gesamtheit leuchtende Linie zu haben scheint. 'Causam puto esse, quod motus ab impressione prima in organo duravit usque dum ab objecto igne totus circulus, vel tota linea recta descripta esset.'

Wenn wir nun an Hobbes' physiologische Psychologie den Maßstab der heutigen Forschung anlegen, und wenn wir uns dabei gegenwärtig halten, daß die lebensvolle, fruchtbare Entwicklung dieser Wissenschaft eigentlich erst vor einigen Menschenaltern eingesetzt hat, dann kommen wir zu einem Fazit, das für unseren Philosophen durchaus nicht beschämend ist. Wir müssen schon die bloße Tatsache anerkennen, daß er überhaupt physiologisch-psychologische Probleme in den Kreis seiner Unter-

suchungen gezogen hat. Mit der Art, wie er diese Probleme behandelt hat, steht er durchaus selbständig da. Wir müssen auch bewundern, wie er manches genau beobachtet und in der Deutung der Erscheinungen hier und dort sogar im wesentlichen ein Ergebnis der modernen Forschung diviniert hat. Das Moment aber, das ihn absolut von der heutigen Wissenschaft trennt, ist das Fehlen systematischen Experimentierens. Das Alltägliche, jedermann Zugängliche hat Hobbes zwar beobachtet, aber niemals hat er die Erscheinungen durch angestellte Experimente selbst aufgesucht. Seine ganze Freude besteht darin, für die alltäglichen Beobachtungen Erklärungsgründe anzugeben, ein Bild der Erscheinungen zu zeichnen. Das Entwerfen eines solchen naturwissenschaftlichen Bildes ist seine Hauptstärke. Ob dadurch das Wirken der Natur getreu und richtig wiedergegeben wird, ist bei ihm von untergeordnetem Interesse. Er scheut sich gewissermaßen, durch entscheidende Versuche die Probe auf die Richtigkeit seiner Theorien zu machen. Er ist froh, wenn sie die von anderen angestellten Experimente leidlich erklären, und ängstlich vermeidet er es, in die Lage zu kommen, neuen Erfahrungen zuliebe seine naturwissenschaftlichen Bilder zerstören zu müssen. Was hier speziell im Anschluß an seine physiologischen und psychologischen Ansichten ausgeführt worden ist, das findet in gleichem Umfang Anwendung auf alle übrigen naturwissenschaftlichen Ansichten des Hobbes, insbesondere seine physikalischen Theorien. Vom rein psychologischen bezw. erkenntnistheoretischen Standpunkt ist aus dem Bisherigen besonders bemerkenswert, daß Hobbes den subjektiven Charakter der Sinnesqualitäten überall betont, wo er darauf zu sprechen kommt. Damit hat er Locke, Berkeley und Hume vorgearbeitet, eine Tatsache, die vielfach in den gängigen Lehrbüchern nicht mit gebührendem Nachdruck hervorgekehrt wird. Alles, was Philosophen als Akzidentien der Körper bezeichnen, sind in Wirklichkeit Phantasmata, die dem wahrnehmenden Subjekt eigen sind. Nur die Akzidentien der Größe und Bewegung machen eine Ausnahme. Op. lat. IV, 329: Si quidem haec vera sunt, video sequiturum illa quae a doctis appellantur accidentia corporum, praeter motum et magnitudinem omnia esse phantasmata, non objectis sed sentienti adhaerentia! Wir können aus dieser Stelle die Ansätze zu späteren Ausführungen eines Locke heraushören, der ebenfalls die Ausdehnung und Beweglichkeit (nebst Undurchdringlichkeit, Gestalt und Zahl) den übrigen Qualitäten wie Farben, Tönen, Wärmeempfindungen als primäre gegenüberstellt, während die letzteren bei ihm sekundäre heißen; sie existieren nicht in den Körpern selbst, sondern nur in unserer

Vorstellung. Wenn Hobbes formuliert: 'All sense is fancy', so klingt das beinahe wie die Formel des heute vielfach vertretenen Psychomonismus, die da lautet: „Alles ist unsere Vorstellung“ (Verworn). Auf Größe und Bewegung ist nun die ganze Mathematik des Hobbes gegründet. Wenn er diese den Akzidentien der Farben, Töne usw. streng gegenüberstellt, so ist darin zugleich die Behauptung involviert, daß der Mathematik eine Sonderstellung gegenüber der sinnlichen Wahrnehmung zukommt. Insofern kann er auch als Vorläufer bezüglich der Ausführungen eines Hume über die Stellung der Mathematik angesehen werden, die darin gipfeln, daß die Sätze der Mathematik durch Anschauung oder durch Demonstration gewisse Beziehungen der Vorstellungen aufeinander enthalten. Wenn man also will, so kann man bei Hobbes bezüglich der Philosophie der Mathematik Gedankenkeime sehen, die erst im System eines Kant ausreifen sollten. Während nun der moderne Psychomonismus, auf den wir oben hinweisen konnten, jede Auskunft über das Woher unserer Vorstellungen ablehnt, fährt Hobbes fort: 'The cause is always in a real body'. Also wirkliche, außer uns bestehende Dinge sind die Ursachen unserer sinnlichen Wahrnehmungen. Diesen Ursachen zuliebe muß Hobbes in der Behauptung des Subjektcharakters der bis dahin als Akzidentien den Körpern zugeschriebenen Sinnesqualitäten nun die Einschränkung machen, daß das Akzidens der Ausdehnung (Größe) ein den Dingen selbst zukommendes ist, daß es also nicht eine Empfindung des Subjekts ist. Damit nun eine Brücke führt von den ausgedehnten, wirklichen Gegenständen zu unserer subjektiven Art, sie wahrzunehmen, muß Hobbes auch die Bewegung als unabhängig von unserer Vorstellungsart gelten lassen. Die Bewegung der Körper, die sich Hobbes vorausahnend als Schwingungen denkt, wirkt durch Übertragung durch ein Medium hindurch auf unsere Sinnesorgane und ruft somit in uns die Phantasmata hervor. So hängen bei Hobbes Innenwelt und Außenwelt zusammen.

Wie kommt nun in die Mannigfaltigkeit der Phantasmata Zusammenhang und Ordnung? Diese bei Hume und Kant im Brennpunkt des Interesses stehende Frage ist auch von unserem Philosophen bereits aufgeworfen worden. Zunächst ist es das Problem der Assoziation der Vorstellungen, das ihn beschäftigt. Er geht aus von der Tatsache, daß in der Menge der Phantasmata manche einen natürlichen Zusammenhang aufzuweisen haben. So entstehen manche Phantasmata, sobald gewisse andere voraufgegangen sind. Und zwar ist diese Verkettung der Vorstellungen zuweilen durch ihre Ähnlichkeit, zuweilen durch ihren Gegensatz begründet. Hobbes sagt darüber (op. lat. I, 324): 'Quod autem

in varietate hac phantasmatum alia ex aliis nascantur, et ex iisdem modo similia, modo dissimillima in mentem veniant, non sine causa nec tam fortuito sit, ut multi fortasse arbitrantur'. Hobbes verteidigt hier also die später besonders von Hume näher begründete und heute gültige Annahme, daß beim Kommen und Gehen unserer Vorstellungen nicht blinder Zufall waltet, sondern daß dieser Wechsel von gewissen Gesetzmäßigkeiten beherrscht wird. Wollen wir es wissenschaftlich ausdrucken: Hobbes ist Vertreter der Lehre von den Assoziationen. Einen solchen Zusammenhang der Vorstellungen zu erklären, wird ihm auf Grund seiner mechanischen Theorie der sinnlichen Erkenntnis durchaus nicht schwer. Haben wir nämlich einmal Erscheinungen in bestimmter Reihenfolge wahrgenommen, so vollzog sich das in der Weise, daß nacheinander die entsprechenden Bewegungen unserer Sinnesorgane vorherrschend wurden. Von jeder Bewegung verbleibt ein Nachklingen. Dieses Nacheinander in dem Vorherrschen der Bewegungen wiederholt sich nun, so oft irgendwie die eine Bewegung eine Verstärkung erfährt. Op. lat. I, 324: 'Dum igitur oculos aliorumque sensuum organa ad plura objecta successive observimus, manente qui ab unoquoque eorum factus erat motus, renascuntur phantasmata quoties quilibet eorum motuum caeteris praedominatur; praedominantur autem eodem ordine, quo in aliquo tempore jam praeterito per sensionem generata erant'. Des weiteren führt Hobbes als fernere Modifikation assoziativer Zusammenhänge an, daß die Vorstellung des Zwecks geeignet ist, die Vorstellungen der erforderlichen Mittel wachzurufen. Eigentümlichkeit unseres Vorstellungslebens, die auch den Tieren zukommt, ist die, daß das Verbleiben der Vorstellungen in der Erinnerung es möglich macht, sie miteinander zu vergleichen. Diese Fähigkeit bezeichnet Hobbes als discursus animi. Wir entdecken dabei die Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten dieser Phantasmata. Op. lat. I, 325: 'Nam is, qui cogitat, transeuntia phantasmata comparat, id est, similitudinem vel dissimilitudinem interea animadvertit'. Insbesondere nennt er dann Phantasie die Fähigkeit, schnell die Ähnlichkeit verschiedener Dinge herauszufinden. Wer dagegen eine besondere Fertigkeit darin besitzt, die Unterschiede ähnlicher Dinge ausfindig zu machen, der hat judicium. Wir finden hier bei Hobbes die verschiedenen Arten der Assoziation der Vorstellungen angegeben, die später von Locke und vor allem von Hume von neuem in Angriff genommen wurden. Vor ihnen voraus aber hat er einen Versuch zu verzeichnen, die Assoziation als ein mechanisches Phänomen zu erklären. So hat er die Assoziation unserer Vorstellungen auf ihre zeitliche oder räumliche Konti-

guität, auf Ähnlichkeit und Gegensatz zurückgeführt. Wenn er ferner den Zusammenhang zwischen Mittel und Zweck heranzieht, so streift er damit schon das wichtigste Prinzip für den Zusammenhang der Vorstellungen und der ihnen zugrunde liegenden Erscheinungen. Es ist das Prinzip der Kausalität, welches Ordnung in den sonst chaotischen Zustand unserer Phänomene bringt. Über den Kausalitätsbegriff hat sich Hobbes verschiedentlich ausgesprochen. Überall, in den verschiedensten Abhandlungen finden wir Bemerkungen eingestreut, die sich mit diesem Begriff beschäftigen. Ehe wir uns daher mit seinen physikalischen Einzeltheorien näher befassen, wollen wir seine Ausführungen über die Kausalität durchgehen. Dabei wird sich Gelegenheit bieten, auf die Behandlung des gleichen Themas bei Hume hinzuweisen. Welche Bedeutung in der Erfahrungswissenschaft dem Kausalzusammenhang beizumessen ist, das findet bei Hobbes seinen Ausdruck darin, daß er schlechtweg die Physik als scientia causarum naturalium bezeichnet. Nach seinen physiologischen Auseinandersetzungen kann es uns nun nicht mehr überraschen, daß Hobbes überall im Naturgeschehen nur mechanische Ursachen gelten läßt. Alles andere lehnt er ab. Alle Erscheinungen beruhen nach ihm auf Bewegungen. Jede Bewegung aber kann nur wieder eine Bewegung als Ursache haben. Was da sonst geredet wird von verborgenen Kräften, von Sympathie und Antipathie, um die Wirkungsweise der Natur zu erklären, das bezeichnet Hobbes als leere, inhaltslose Worte. So heißt es z. B. op. lat. IV, 431: 'Nam quod quis quicquam a seipso, a speciebus, a potentia, a forma substantiali, a substantia incorporea, ab instinctu, ab antipathia, a sympathia, occulta qualitate, caeterisque verbis scholasticorum manibus moveri aut produci dixerit, nequicquam dictum ait'. Und mit scharfen Worten bekämpft er den Aberwitz scholastischer Belehrungen, die ihm aus seiner Oxforder Studienzeit noch gegenwärtig waren. An einer anderen Stelle (E. W. I, 430) wendet er sich mit aller Deutlichkeit gegen die Hypostasierung magnetischer Kräfte. Nur mechanische Bewegungsursachen läßt er gelten. 'For there is no such thing as an incorporeal movent, and magnetical virtue is a thing altogether unknown, and whensoever it shall be known it will be found to be a motion of body.' Im Bd. I der op. lat. finden wir eine Kapitelüberschrift 'De causa et effectu'. Hier hat Hobbes ausgeführt, wie er sich das Verhältnis von Ursache und Wirkung vorstellt. Er beginnt hier mit der Erklärung von agens und patiens. Ein Körper wirkt auf einen anderen, wenn in letzterem entweder ein accidens erzeugt oder ein solches zerstört wird; denn nur darin

kann ja die Veränderung eines Körpers bestehen. Derjenige Körper, mit dem eine solche Veränderung vorgeht, erleidet diese. Er ist das patiens, während der andere das agens genannt wird. Jenes Akzidens, das im Patiens erzeugt wird, heißt der Effekt. Bei unmittelbarer Berührung von Agens und Patiens spricht man von unmittelbarer Wirkung, sonst von mittelbarer. Damit eine Wirkung vom Agens auf das Patiens ausgeübt wird, müssen beide ganz bestimmte Akzidentien haben. Die Summe dieser zur Hervorbringung einer Wirkung erforderlichen Akzidentien wird die causa genannt. Wenn sie alle vorhanden sind, dann erfolgt die Wirkung; fehlt aber eins von ihnen, sei es im Agens oder Patiens, so tritt die Wirkung nicht ein. Hobbes unterscheidet von nebensächlichen Akzidentien noch solche, die absolut notwendig sind zur Hervorbringung einer Wirkung. Op. lat. I, 107: 'Accidens autem, sive agentis sive patientis sine quo effectus non potest produci, vocatur causa sine qua non et necessarium per hypothesin; et requisitum ad effectum producendum'. Die endgültige Definitionsformulierung hat dann bei Hobbes folgende Fassung (op. lat. I, 108): 'Causa autem simpliciter sive causa integra est aggregatum omnium accidentium, tum agentium quotquod tum, tum patientis, quibus omnibus suppositis, intellegi non potest quin effectus una sit productus, et supposito quod unum eorum desit intelligi non potest quin effectus non sit productus'. An anderer Stelle vertritt Hobbes die Ansicht, daß wenn die Ursache vollständig sei, auch notwendig und augenblicklich die Wirkung eintreten werde. Wir unterstreichen hier besonders das notwendig. Denn damit bekennt sich Hobbes zum Determinismus in allem Naturgeschehen. Dieses ehenere Kausalitätsgesetz überträgt er dann auch, um das hier beiläufig zu erwähnen, auf das Gebiet der menschlichen Handlungen. Damit erfüllt er eine Aufforderung des Baco, der da erklärt, daß dieselbe Methode, wonach Wärme, Licht, Vegetation usw. untersucht werden, auch allein gültig sei zur Erforschung der Gemütsbewegungen, der Geistestätigkeiten, des bürgerlichen Lebens usw. Dieser Aufforderung ist Hobbes in vollem Maße nachgekommen mit seiner Theorie des Staates. Und K. Fischer hat vor allem aus diesem Umstande die Berechtigung abzuleiten versucht, Hobbes einen Schüler und Nachfolger des Lordkanzlers zu nennen. Aber wir dürfen zweifeln, ob die Initiative zu dem Gedanken des Hobbes, nicht nur die Naturkörper, sondern auch die künstlichen Körper, vor allen Dingen den Staat more geometrico zu betrachten, auf Baco zurückzuführen ist. Denn schließlich kann man ja für jede Wissenschaft die Anfänge und Ansätze in der begonnenen Instauratio magna, vor allem in dem

Werke 'De dignitate et augmentis scientiarum' erblicken. Daß nicht Hobbes der bloße Ausführer Baconischer Pläne ist, ergibt sich auch daraus, daß er nach eigenem Zeugnis erst als Zweiundvierzigjähriger 'arrived at his thorough-going mechanical theory of Sense'. Nach Hobbes geschieht auch im Leben des Menschen alles auf mechanische Weise, auch hier ist alles Geschehen determiniert, d. h. durch seine Motive notwendig bestimmt. Der Vollständigkeit halber nehmen wir auch noch Notiz von der Unterscheidung einer causa efficiens und einer causa materialis. Erstere ist die Summe aller erforderlichen Akzidentien im Agens, letztere die Gesamtheit der Akzidentien im Patiens. Wenn die moderne streng physikalische Formulierung des Kausalitätsgesetzes in die Worte gekleidet wird, daß der augenblickliche Zustand der Welt die notwendige Folge aller voraufgegangenen ist, daß jede Erscheinung das Ergebnis der Summe aller anderen ist, so finden wir bei Hobbes dem Sinne nach dasselbe gesagt, wenn er behauptet: 'Ad quemcunque effectum conferant necessario aliquid etiam singularum rerum motus singuli'. Somit hängt alles Naturgeschehen zusammen. Jedes Ereignis ist durch sämtliche anderen bedingt. Recht kompliziert wird die Übersicht über den kausalen Zusammenhang der Dinge, wenn wir die kausale Betrachtung immer weiter ausdehnen, wenn wir nach der Ursache der Ursache und wieder nach deren Ursache fragen und so immer fort. Kommen wir dabei an eine Grenze? Gibt es eine Endursache? Diese Fragen, die bei Kant zur sogen. Antinomienlehre hinführen, haben auch unseren Philosophen interessiert. Hat die Welt, um es mit anderen Worten auszudrücken, einen zeitlichen Anfang? Hören wir, welche Antwort Hobbes darauf gibt (op. lat. I, 335): 'Neque si quis ab effectu quocumque ad causam ejus immediatam, atque inde ad remotiorem et sic perpetuo, ratiocinatione rectissima ascenderit, non tamen in aeternam procedere poterit, sed defatigatus aliquando deficiet et quidem an ulterius progredi potuerit necne nescius. Neque absurdi sequetur quicquam, sive finitus sive infinitus mundus statuatur'. Damit hat Hobbes Fragen berührt, die später von Kant in der Lehre vom Streit der Antinomien ihre Lösung erfahren haben. Wenn wir uns dazu verstehen, eine Anfangsursache, einen ersten Beweger zu statuieren, so dürfen wir nach Hobbes dieses Anfangsglied der Kausalkette nicht als ewig ruhend vorstellen, sondern wir müssen ihm eine Bewegung seit Ewigkeit zuschreiben. Das praktische Resultat der Ansichten des Hobbes über den Anfang der Welt lautet dann: Es ist in der Wissenschaft müßig, darnach zu fragen und zu forschen. Diese Fragen gehören nach ihm nicht vor das

Forum der wissenschaftlichen Forschung, sondern sie gehören in die Domäne theologischer Betrachtung: 'They are to be determined by those that are lawfully authorized to order the worship of God'. Daß weder die mathematischen Antimonien über Größe und Weltall noch die dynamischen über Freiheit und Notwendigkeit Gegenstände wissenschaftlicher Erkenntnis sein können, zu diesem Ergebnis ist auch Kant gekommen. Zum Schluß dieser Ausführungen über die Kausalität sei noch darauf hingewiesen, daß nach Hobbes jederzeit genau dieselben Wirkungen erfolgen müssen, wenn die Ursachen genau dieselben sind. Sind dagegen zwei Wirkungen verschieden, so müssen wir schließen, daß auch ihre Ursachen verschieden waren.

Die Kausalität ist das wichtigste Werkzeug naturwissenschaftlichen Denkens. Wir sind darum Hobbes zunächst gefolgt in seinem Exkurs über dieselbe. Ehe wir nun aber in eine Betrachtung seiner naturwissenschaftlichen Einzeltheorien eintreten, wollen wir noch sein Urteil hören bezüglich der ganzen Auffassung der Naturwissenschaften, besonders über die Abgrenzung der Physik, über die Bedeutung von Erfahrung und Experiment, über die Anforderungen an eine echte Hypothese. Da ist zunächst bemerkenswert eine Äußerung des Hobbes über die Erscheinungen, die der Domäne der physikalischen Forschung angehören sollen. Da heißt es (op. lat. V, 28): 'Scientia qua motus corporum invisibilium determinantur, a quibus color, frigus, lumen, caeteraeque qualitates generantur, et operationes non visae, gradusque earum finut: vocatur Physica'. Die hiermit charakterisierte Auffassung der Physik ist eigentlich wörtlich noch heute gültig. Insbesondere klingt ganz modern die Behauptung, daß alle physikalischen Eigenschaften auf Bewegungen beruhen, die, wie Hobbes hervorhebt, bestehen, trotzdem sie zum Teil nicht unmittelbar sichtbar sind. Diese Eigenschaften sind verschieden je nach dem Grade der Bewegungen, sagt Hobbes und steht damit eigentlich auf modernem Standpunkt, nach welchem die verschiedenen Erscheinungen, wie Licht, Wärme usw., auf Schwingungen von verschiedenen Schwingungszahlen beruhen. Wenn hervorragende Physiker unseres Jahrhunderts die Aufgabe der Physik darin erblicken, alle Erscheinungen auf Bewegungsvorgänge zurückzuführen, sie alle mechanisch zu deuten, so ist dieser Zielpunkt bei Hobbes mit aller erwünschten Deutlichkeit angegeben. Noch deutlicher tritt seine Divinationsgabe bezüglich der Ursache der Naturerscheinungen zutage, wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf einige noch weiter unten anzuführende Äußerungen richten, die jene Bewegung direkt als eine Hin- und Herbewegung, also als Schwingungsbewegung bezeichnen.

Ebenso erstaunlich ist, was Hobbes über den ganzen Charakter der Naturwissenschaften aussagt. Da stellt er sie in Gegensatz zu der Mathematik, indem er ihnen den Charakter absoluter Gewißheit abspricht, wenn wir im Augenblick einmal absehen von anderen seiner Behauptungen, die eigentlich das gerade Gegenteil besagen. Auch diese Gedankenreihen sind später wieder zu neuem Leben erwacht — es sei nur an Hume und Kant erinnert! Während den mathematischen Wahrheiten nach Hobbes Evidenz und Gewißheit zukommt, ist dies bei den Erkenntnissen der Erfahrungswissenschaften nicht der Fall. Da handelt es sich nicht um Denknotwendigkeiten, vielmehr steht gar nichts im Wege, sich auszudenken, daß bestimmte Naturerscheinungen auch auf andere als die uns geläufige Weise hervorgebracht werden. Dieser Gegensatz zwischen Mathematik und Naturwissenschaften spielt in der späteren philosophischen Literatur eine so große Rolle, daß es wohl hinreichend begründet ist, wenn wir die darauf bezügliche Stelle bei Hobbes in ihrem Wortlaut hier einrücken (E. W. VII, 3): 'The doctrine of natural causes hath not infallible and evident principles. For there is no effect which the power of God cannot produce by many several ways'. Was wir daher nach Hobbes vom Physiker verlangen können, ist die Angabe von Bewegungen, aus denen wir uns die Entstehung der Naturerscheinungen leidlich erklären können. Den fundamentalen Unterschied von Mathematik und Naturwissenschaften hat Hobbes auch sonst betont. So weist er auf den hypothetischen Charakter alles unseres Wissens in der Physik hin zu Beginn eines 'Problemata physica' überschriebenen Werkchens (op. lat. IV, 299): 'Principia physica non ut definitiones et axiomata mathematica certissima sunt, sed tantum supposita'. Zu physikalischen Wahrheiten gelangen wir durch Erfahrung und Experiment; wollen wir in unserem Denken darüber hinausgehen, so kann das nur hypothetisch sein. Eigentlich sollten wir nun bei Hobbes, der einen Baco zum Lehrmeister und Freunde gehabt hat, recht Ausführliches über Experiment und Erfahrung erwarten. Aber nur spärlich sind die Notizen, die wir bei ihm darüber antreffen. So wollen wir wenigstens seine Äußerungen darüber wortgetreu wiedergeben. Was Hobbes unter einem Experiment versteht, ergibt sich aus folgender Stelle (op. lat. V, 313): 'Si rei unius ad alium et eventus ad eventum successionis, sive antecedentis et consequentis, adsit memoria, dicitur experimentum'. Wer viele solche Experimente gegenwärtig hat, der besitzt experientia, Erfahrung. Er erwartet dann von ähnlichen Ursachen ähnliche Wirkungen. Ein erfahrener Mann hat daher einen sicheren Blick in die Zukunft. 'Ut autem

experimentorum memoria respectu praeteriti dicitur experientia, respectu futuri vocatur expectatio.' Erfahrung macht klug und ist nur von Vorteil für die Zukunft; darum dürfen wir uns nicht begnügen mit der Beobachtung alltäglich wiederkehrender Erscheinungen, die jedem offenbar sind, sondern wir müssen bewußte, absichtliche Versuche anstellen, um den Schatz unserer Erfahrungen zu bereichern (op. lat. IV, 241): 'Sunt enim naturae opera quaedam critica, non nisi arte et diligentia nobis cognita'. Zwar können uns alle Beobachtungen und Versuche immer nur ein hypothetisches Wissen vermitteln. Eine solche naturwissenschaftliche Hypothese muß auf Erfahrung gegründet sein, aber sie geht doch über das unmittelbar in der Erfahrung Gegebene hinaus. Dieses Hinausgehen im Denken über das unseren Sinnen direkt Zugängliche ist in gewisser Beziehung willkürlich, aber es gibt doch nach Hobbes gewisse Anforderungen, die eine gute und brauchbare Hypothese erfüllen muß. Sie darf zunächst nicht den Gesetzen vernünftigen Denkens widersprechen. Sodann muß sie wirklich leisten, was sie soll: sie muß die Phänomene der Natur wirklich erklären. Die Naturerscheinungen müssen sich nicht nur zwanglos, sondern auch mit folgerichtiger Notwendigkeit daraus herleiten lassen. Op. lat. IV, 254, 30 heißt es: 'Hypothesim legitimam faciunt duae res: quarum prima est, ut sit conceptibilis, id est, non absurda; altera, ut ab ea concessa inferri possit phaenomeni necessitas'. Daß wir über das unmittelbar Sinnliche in unserem Denken hinausgehen müssen, bekundet Hobbes z. B. in folgender Stelle über die Wärmeempfindung: 'Now every man knows what heat is in himhelf, by feeling it when he grows hot; but what it is in other things he knows only be ratiocination'. Und daß es sich dabei nicht um absolute, unumstößliche Gewißheiten handeln kann, ergibt sich z. B. aus folgendem Schlußwort seiner Lichttheorie (op. lat. 365, 8): 'Habemus ergo lucis solaris causam possibilem; quam suscepimus invenire'. Solche Ursachen bestehen ja nach Hobbes in Bewegungsvorgängen, und mit Entschiedenheit tritt er der Auffassung entgegen, als könne den Naturkörpern eine gewisse Lebenskraft oder ein gewisses Streben innewohnen. Solche Gedanken, die an eine Beseelung der Natur erinnern, lehnt unser Philosoph ab. 'Inanimate bodies have no appetite at all' (E. W. I, 510, 14).

Unter den allgemeinen naturphilosophischen Fragen hat noch das Thema der Raumerfüllung eine besonders ausführliche Behandlung bei Hobbes gefunden. Die Möglichkeit eines Vakuums, die Kontinuität der Materie, der atomistische Aufbau der Materie, die Natur eines hypothetischen Äthers, das alles sind Punkte, auf die Hobbes eingeht bei seiner Diskussion. Da sucht er zu-

nächst (op. lat. I. 339) zu beweisen, daß der von Lukrez überlieferte, von den Epikureern vertretene Beweis eines Vakuums, das sich zwischen den Atomen befinden soll, nicht gültig ist. Ohne Vakuum ist keine Bewegung möglich, hatten die Griechen gesagt, denn jeder Körper setzt der Bewegung einen bestimmten Widerstand entgegen. (Si quidem ergo omnia corpore essent plena, obstaculum motui ubique esset.) Es sei somit der Beginn einer Bewegung und damit jede Bewegung unterbunden. Hobbes wendet dagegen ein, daß der Übergang ruhender Körper in den Zustand der Bewegung bei Annahme eines intermolekularen Vakuums ebenso rätselhaft bleibe wie unter Voraussetzung eines lückenlosen Kontinuums. Vielmehr ist ja nach Hobbes die unmittelbare Berührung zweier Körper die unerläßliche Voraussetzung, wenn Bewegung von einem Körper auf den anderen übertragen werden soll. Ein weiteres für das Vorhandensein eines leeren Raumes von Lukrez angeführtes Argument ist die Überlegung, daß spezifisch schwere und leichte Körper sich nur dadurch unterscheiden, daß der eine weniger, der andere mehr leeren Raum in Form von Vakuolen enthält. Hobbes hält dem entgegen, daß die Annahme eingeschlossener Luftbläschen den Tatbestand ebensogut erklärt wie die Behauptung des Vakuums. Auch das dritte Argument bei Lukrez ist nach Hobbes hinfällig. Daß Licht, Schall, Wärme usw. selbst die festesten Körper zu durchdringen vermögen, ist nach der atomistischen Denkweise nur durch Annahme intermolekularer leerer Zwischenräume verständlich. Hobbes findet gerade umgekehrt, daß zur Ausbreitung solcher Bewegungsvorgänge ein lückenloses, körperliches Kontinuum vorausgesetzt werden muß. Endlich findet auch das letzte Lukrezische Argument keine Gnade vor der Kritik unseres Philosophen. Es handelt sich dabei um folgendes: Zwei aufeinanderliegende Platten werden plötzlich auseinandergerissen. Dabei strömt Luft in den Zwischenraum ein; aber so schnell dieses Einströmen auch vor sich gehen mag, für einen Augenblick bleibt doch notwendig ein leerer Raum, der dann allerdings sofort wieder mit Luft angefüllt wird. Hobbes führt dagegen aus: Die Trennung der Platten erfolgt gar nicht mit solcher Plötzlichkeit. Die Platten haben immer einen bestimmten Grad von Weichheit, und beim Auseinandergehen biegen und dehnen sie sich so, daß die Luft nachströmen kann, ohne auch nur den kleinsten leeren Raum zu lassen. Ebenso verwirft Hobbes alle experimentellen Beweise für das Vorhandensein eines Vakuums. Es handelt sich dabei um Versuche, die alle auf dem Luftdruck beruhen und die wir nebst dem Experiment des Torricelli unter den naturwissenschaftlichen Einzeltheorien bei der Mechanik des

Hobbes näher erörtern werden. Robertson glaubt die Stellung des Hobbes zur Vakuumfrage aus seiner philosophischen Überzeugung ableiten zu können, daß der Raum nur ein subjektiver Begriff sei. 'His conviction, that there is no vacuum in nature comes rather from his fundamental philosophical conviction of body as alone real, and of space as nothing but subjective phantasm.' Ganz abgesehen davon, daß Hobbes diesen Subjektivitätsstandpunkt nicht konsequent aufrechterhalten hat, wie wir aus den bereits mitgeteilten Zitaten erkennen können, ist kaum anzunehmen, daß Hobbes bei der Entscheidung der Vakuumfrage an die Subjektivität der Raumvorstellung gedacht hat. Denn nirgends finden wir ein Argument bei ihm, das eine Deutung in diesem Sinne zuließe.

Trotzdem Hobbes das Vakuum der Atomistik ablehnt, so ist er doch mit ihr einig in der Annahme der Atome selbst, allerdings mit einer gewissen Einschränkung. Er denkt sich die Atome in einem Kontinuum schwimmend. Vernehmen wir sein Glaubensbekenntnis bezüglich des Aufbaus der Materie (op. lat. I, 347): 'Suppono ergo primo loco spatium immensum, quem vocamus mundum, aggregatum esse ex corporibus, terra et astris; invisibilibus autem, minutissimis atomis, quae per terrae et astrorum intervalla disseminantur; et denique ex fluidissimo aethere, locum omnem, quicunque est in universo, reliquum ita occupante, ut locus nullus relinquatur vacuus'. Dem hypothetischen Äther schreibt Hobbes ganz dieselben Eigenschaften zu, die auch die moderne Physik an ihm voraussetzt. Da gibt es z. B. keine Reibung für diesen äußerst feinen Stoff. 'Id tamen accidere non potest materiae subtili, quae et fluida est maxime, et minime gravis.' Er setzt größte Verschiebbarkeit der Teilchen beim Äther voraus und denkt sich seine Konstitution ähnlich der eines Gases. Dabei schreibt er ihm zwar keine absolute Gewichtslosigkeit zu, aber setzt ihn doch fast ohne Schwere voraus. Diese dünne Materie geht ohne Hindernis durch die Poren fester Körper hindurch. 'Quae omnia impedimenta absunt a motu materiae subtilis per duri poros' (op. lat. V, 293). Diese nahezu vollständige Gewichtslosigkeit des Äthers wird an anderer Stelle von Hobbes noch weiter erklärt, worauf wir bei der Besprechung der Gravitation noch einzugehen haben. In diesem Äther also sind unsichtbare Atome verstreut enthalten. Dagegen sieht Hobbes die sichtbare Materie als ein lückenloses Kontinuum an, das nicht aus Atomen besteht. An anderer Stelle erfahren wir noch etwas Weiteres über den Äther (op. lat. IV, 244). Er ist eine Art ganz reiner Luft. Die gewöhnliche Luft dagegen ist durch feste und flüssige Teilchen verunreinigter Äther. Von diesen suspendierten

Teilchen rührt daher die Schwere der Luft her. 'Nec suppono tantum, sed credo quoque, modo aerem intelligamus ab omni terrae aquaeque effluviis purum, qualis putatur esse aether.' Wenn die Atome die letzten Bausteine im Aufbau der Materie wären, dann müßte bei ihnen die Teilbarkeit aufhören. Solche unteilbaren Körperchen aber anzunehmen, widerstrebt dem Denken des Hobbes. Das kann er sich schlechterdings nicht vorstellen. Es gibt für ihn keine Grenze der Teilbarkeit. 'Wherefore there is no impossible smallness of bodies' (E. W. I, 446). Auch mit diesen Überlegungen rührt Hobbes wieder an ein anderes von den Problemen, die bei Kant unter der Bezeichnung von Antinomien wiederkehren. Wenn wir uns nun das Gesamtbild vergegenwärtigen, das Hobbes vom Aufbau der Materie entwirft, so müssen wir ihn einer gewissen Unklarheit bezichtigen. Auf der einen Seite läßt er die Atome gelten, auf der anderen verwirft er sie. Und über die Natur der nach ihm im Weltenraum zwischen Sonne und Erde verstreuten Atome erfahren wir gar nichts. Mit aller Konsequenz aber hält Hobbes daran fest, daß es nirgends in der ganzen Welt einen leeren Raum gibt.

Mit dieser seiner Überzeugung einer lückenlosen Ausfüllung des Weltenraumes aufs engste verquickt ist nun die Art und Weise, wie er sich die Wirkungsweise der Naturkräfte denkt. Wenn wir die dabei möglichen Auffassungsarten mit den Stichworten Fernewirkung und Nahewirkung charakterisieren, so ist klar, in welchem Lager wir Hobbes suchen müssen. Er vertritt die Theorie der Nahewirkung und lehnt eine Wirkung in die Ferne ab. Alle Wirkung beruht ja auf Bewegung; Bewegung aber kann nur bei unmittelbarer Berührung der Körper übertragen werden. Wenn sich daher zwischen zwei Körpern ein leerer Raum oder ein in Ruhe verbleibender Körper befindet, so ist eine Übertragung der Bewegung von einem zum anderen ganz ausgeschlossen. E. W. I, 124 art. 7 heißt es daher: 'There can be no cause of action or motion, except in a body contiguous and moved'. Wir sehen hier also Hobbes in einer sehr gewichtigen physikalischen Frage bereits die heute geltende Ansicht vertreten.

Nach diesen mehr allgemeinen naturwissenschaftlichen Fragen bei Hobbes sollen uns nunmehr seine physikalischen Einzeltheorien beschäftigen. Unser besonderes Augenmerk werden wir darauf zu richten haben, wie sich die einzelnen physikalischen Erscheinungen in seine mechanische Grundansicht einordnen. Um seine Bedeutung für die physikalische Forschung zu ermessen, müssen wir uns den gesamten Wissensstand gegenwärtig halten, der bis zum Zeitalter des Hobbes erreicht worden war. Das

geschieht am besten, wenn wir kurz die Namen jener aufzählen, die Hobbes selbst als Förderer der Naturwissenschaften und als seine Gewährsmänner anführt. Da spricht er von Kepler, Gassendi, Mersenne, Harvey und mit besonderer Hochachtung von Galilei, da dieser mit seinen Fallgesetzen geradezu das Tor der gesamten Naturwissenschaften geöffnet habe. 'He was the first that opened to us the gate of natural philosophy universal, which is the knowledge of the nature of motion'. Daß Hobbes hier die Mechanik als das Fundament aller Physik hinstellt, nimmt uns nach dem Bisherigen durchaus nicht wunder. Denn nach ihm beruht ja alle und jede Erscheinung auf Bewegung. Daher hat er auch mit besonderer Ausführlichkeit die Lehre von der Bewegung behandelt. Seine mechanischen Kenntnisse selbst beruhen zum Teil auf den Entdeckungen Galileis. Aber in der Deutung und Begründung der Bewegungsgesetze ist er häufig eigene Pfade gewandelt und hin und wieder zu bemerkenswerten Resultaten gelangt. Vielfach allerdings haftet seinen mechanischen Ansichten der Charakter des Kuriosen an. Wir machen nun in seinem System der Mechanik eine Inventuraufnahme, die das Wichtigste berücksichtigen und bei dem Hobbes Eigentümlichen länger verweilen soll.

Da ist z. B. von ihm in aller Deutlichkeit das Gesetz der Undurchdringlichkeit der Naturkörper in folgender Weise formuliert worden (E. W. VII, 85): 'My first axiom then shall be this: Two bodies, at the same time, cannot be in one place'. Und ebenso präzis spricht er dann auch sogleich eine andere physikalische Grundvoraussetzung aus, das Beharrungsgesetz: 'My second axiom is, that nothing can begin, change, or put an end to its own motion'. Wird daher der Bewegungszustand eines Körpers geändert, so liegt die Ursache dafür nicht in ihm selbst, sondern er wird durch einen von außen auf ihn wirkenden anderen Körper dazu gezwungen. E. W. VII, 86: 'Whatsoever body being at rest is afterwards moved, hath for its immediate movement some other body which is in motion and toucheth it. For, since nothing can move itself, the movement must be external'. Es folgen nun eine Reihe von Definitionen der wichtigsten mechanischen Grundbegriffe. Was ist z. B. überhaupt Bewegung? Hobbes antwortet darauf: 'Motus est unius loci privatio, et alterius acquisitio continua'. Sodann macht er die Voraussetzung: 'Quicquid movetur, in tempore movetur'. Damit allerdings steht in Widerspruch, was er über die momentane Ausbreitung der Sinneseindrücke im Innern des Körpers angegeben hat. Von größerem wissenschaftlichen Interesse ist, wie Hobbes die Definition der Geschwindigkeit faßt. Er sagt

(op. lat. I, 176): 'Definivimus velocitatem esse motum consideratum ut potentiam, qua mobile tempore certo certam potest transmittere longitudinem' oder kürzer: 'velocitas est quantitas motus per tempus et lineam determinata'. Nach Einführung des Begriffs der Geschwindigkeit kann nun auch das Beharrungsgesetz noch präziser gefaßt werden: 'Ostentum est, quidquid movetur, eadem celeritate et per eandem viam semper progressurum esse, nisi a corpore moto et contiguo impediatur'. Wenn wir bei einem bewegten Körper von seiner räumlichen Ausdehnung absehen, so ist die von ihm beschriebene Bahn eine Linie. Wie der Begriff der gleichförmigen Geschwindigkeit, so ist auch derjenige der gleichförmig beschleunigten und der gleichmäßig verzögerten Bewegung ein dem Hobbes durchaus vertrauter (E. W. I, 114): 'And of motions not uniform, such as become swifter or slower by equal increasings or decreasings in qual parts of time, are said to be accelerated or retarded uniformly'. Unter dem bisher für die Mechanik zusammengetragenen Rüstzeug ist nichts enthalten, was wir nicht auch als Einleitendes in unseren heutigen Lehrbüchern der Physik zusammengestellt fänden, und er erweist sich dabei als der getreue und gelehrige Schüler Galileis. Jetzt aber kommt ein Begriff der von unserem heutigen Standpunkt aus zur Kritik herausfordert, zumal er bei Hobbes selbst nicht mit erwünschter Klarheit herausgehoben worden ist. Das ist der Begriff des impetus (endeavour). Wir halten uns an den Wortlaut bei Hobbes (op. lat. I, 177): 'Primo, definiemus conatum esse motum per spatium et tempus minus quam quod datur, id est, determinatur, sive expositione vel numero assignatur, id est, per punctum'. Wir besitzen in unserer Physik diesen Begriff eines conatus nicht mehr. Und die Hobbessche Definition gewinnt selbst durch die daran angeschlossenen näheren Ausführungen nicht an Verständlichkeit. Dennoch ist diese Stelle höchst bemerkenswert, weil hier ein gewisser Fingerzeig auf die Anwendung der Infinitesimalrechnung auf Bewegungsvorgänge gegeben ist. Der conatus soll sein die Bewegung für eine Zeit, die kleiner ist als jeder angebbare Zeitraum. Wir brauchen diese Definition nur wenig zu verändern, um daraus einen der wichtigsten Begriffe der modernen Physik zu machen. Die in einem so kurzen Zeitelement erfolgende Bewegung ist nach dem obigen Wortlaut bei Hobbes so unbedeutend, daß wir sie nur durch einen Punkt darstellen können, wo sonst eine kürzere oder längere Strecke erforderlich war. Bilden wir das Verhältnis des unendlich kurzen Weges zu dem unendlich kurzen Zeitelement, so haben wir im Sinne der Infinitesimalrechnung die erste Ableitung des Weges

nach der Zeit gebildet. Und diese Ableitung, die auch der erste Differentialquotient genannt wird, ist physikalisch gedeutet die Geschwindigkeit. Das ist dem Wesen nach der Hobbessche conatus-Begriff, den er deutlich als das Bahnelement während eines ganz kurzen Zeitelements definiert. Der so auf dem Boden der Infinitesimalrechnung erwachsene Geschwindigkeitsbegriff ist da von außerordentlicher Bedeutung, wo es sich um Bewegungen mit veränderlicher Geschwindigkeit, also um ungleichförmige Bewegungen handelt. Wir sehen hier also Hobbes von einem Hilfsmittel mathematischer Rechnung für die Mechanik Gebrauch machen, dessen bewußte Begründung und dessen Ausbau erst späteren Generationen vorbehalten bleiben sollte, das von einem Leibniz und Newton erfunden wurde. Zwar können wir Hobbes in dieser Rücksicht nicht mit Isaak Newton und Leibniz auf eine Rangstufe erheben, aber wir können ihn mit seinem conatus-Begriff als einen Vorläufer infinitesimaler Denkweise bezeichnen trotz aller sonstigen heftigen Ausfälle, die er gegen den Begriff des Unendlichkleinen überall richtet. Daß dieser conatus durch einen Punkt darstellbar sein soll, muß bei Hobbes mit dem ausdrücklichen erläuternden Zusatz aufgenommen werden, daß er sich den Punkt keineswegs ohne Ausdehnung vorstellt. Die Ausdehnung des Punktes kommt nur für gewöhnlich nicht in Betracht: 'ita ut punctum non habeatur pro indivisibili, sed pro indiviso'. Dadurch, daß Hobbes den conatus durch einen Punkt darstellen will und ihn sonach für die Messung und Rechnung unzugänglich macht, verhindert er nun gerade seine Anwendbarkeit in physikalischen Betrachtungen. Der conatus-Begriff ist daher bei ihm ein toter. Denn wir sind jetzt außerstande, zwei verschiedene conatus miteinander zu vergleichen. Wo aber kein Vergleichen statthat, da hat kein Messen statt. Und wo kein Messen ist, da hat die physikalische Betrachtung ihre Grenzen erreicht. Daß es sich beim conatus eigentlich um den Begriff der Geschwindigkeit handelt, das scheint auch Hobbes zu empfinden. Wenigstens kann man folgende Stelle wohl in diesem Sinne deuten (op. lat. I, 178): 'Eodem modo si sint duo motus simul incipientes et simul desinentes, conatus eorum aequales vel inaequales in ratione velocitatum'. Mit diesen Worten werden wir also auf einen Vergleich der Geschwindigkeiten zweier Körper hingewiesen, wenn wir ihre conatus miteinander zu vergleichen wünschen.

Wir folgen nun dem Hobbes bei seinen weiteren grundlegenden Definitionen. Da führt er sogleich wieder einen neuen Begriff ein, den unsere heutige Wissenschaft nicht mehr kennt. Es ist der Begriff des impetus. Darüber erfahren wir folgendes

(I, 178): 'Secundo, definiemus impetum esse ipsam velocitatem, sed consideratam in puncto quolibet temporis in quo fit transitus'. Dieser Begriff wird noch dunkler, wenn ihn Hobbes durch folgende Worte aufzuhellen versucht: 'Adeo ut impetus nihil aliud sit quam quantitas sive velocitas ipsius conatus'. Während der erste Satz mit dem impetus-Begriff auf eine Summation der Geschwindigkeiten während der einzelnen Zeitpunkte hinzuweisen scheint, liegt in dem letzten Satz eher etwas, was an unseren heutigen Begriff der Beschleunigung erinnert. Denn conatus war Geschwindigkeit während eines Zeitpunkts. Wenn nun Hobbes von einer Geschwindigkeit dieses conatus redet, so könnte man darunter die Beschleunigung verstehen. Wollen wir die Sachlage vom Standpunkt der modernen Mathematik aus beleuchten, so deutet Hobbes mit dem ersten Satz eine Integration (= Summation), mit dem zweiten das Umgekehrte, nämlich eine Differentiation, an. Denn die Beschleunigung entsteht aus der Geschwindigkeit durch Differentiation. Unser Fazit lautet demnach: Der impetus-Begriff des Hobbes ist unklar, und seine Ausführungen darüber sind widerspruchsvoll. Ziehen wir eine andere Textstelle zu Rate, so ergibt diese ein Übergewicht zugunsten der Auffassung des impetus als Integral der Geschwindigkeit, erstreckt über die Dauer der Bewegung. Denn es heißt dort (E. W. I, 307) über den impetus: 'It is equal to the product of a line representing the time, multiplied into a line representing the arithmetically mean impetus or quickness'. Das Produkt aus Geschwindigkeit und Zeit ist aber der vom bewegten Körper zurückgelegte Weg.

Von unserer heutigen Auffassung der Masse als demjenigen, was einer Bewegung einen gewissen Widerstand entgegensetzt, hat Hobbes noch keine Vorstellung, wenn er sagt, der Widerstand sei der conatus eines bewegten Körpers, der ganz oder zum Teil dem conatus eines anderen ihn berührenden bewegten Körpers entgegengerichtet sei. Ein ruhender Körper kann nach der Auffassungsweise des Hobbes der Bewegung überhaupt keinen Widerstand entgegensetzen. Wenn in diesen Ausführungen auch nicht die bescheidensten Ansätze zur heutigen Vollendung des physikalischen Begriffssystems enthalten sind, so verrät sich an einer anderen Stelle wieder eine erstaunliche Divinationsgabe des Hobbes. Da redet er davon, daß auch der kleinste impetus genügt, um einen ruhenden Körper in den Bewegungszustand zu versetzen. Wir brauchen impetus nur mit dem Ausdruck Kraft zu übersetzen und haben dann eine der grundlegendsten Erkenntnisse der gesamten Mechanik. Denn diese Einsicht ist keineswegs eine so auf der Hand liegende.

Gerade in unserer alltäglichen Erfahrung ist dieses mechanische Grundgesetz durch die Wirkung hemmender Kräfte, wie Reibung und Luftwiderstand so sehr verdeckt, daß ein gewisser Scharfblick dazu gehört, seine Gültigkeit herauszulesen. Zur klaren Formulierung des Kraftbegriffes aber hat sich unser Philosoph noch nicht durchringen können. Kraft bedeutet uns Modernen soviel wie Bewegungsursache. Eine solche Bewegungsursache ist bei Hobbes immer nur wieder eine andere Bewegung. Op. lat. I, 180: 'Manifestum est . . . motum autem solum esse qui motum et quiescentibus dat et motis adimit'. Die Erkenntnis, daß das Maß einer Bewegungsursache lediglich die von ihr bewirkte Beschleunigung ist, wenn man gleiche Massen hat, diese Erkenntnis geht natürlich dem Hobbes ab, obgleich er das Beharrungsgesetz anerkennt und es deutlich ausspricht, daß nach dem Aufhören der Bewegungsursache die Bewegung mit unveränderter Geschwindigkeit fortdauert. (Cessatio moventis non cogit cessare id quod ab ipso motum est.) Op. lat. I, 181 führt Hobbes den Begriff des Momentes ein, der aber mit dem heute damit bezeichneten physikalischen Begriff gar nichts gemein hat. Der Wortlaut darüber ist: 'Est autem momentum excessus motus corporis moventis super motum vel conatum corporis resistentis'. Der Grundfehler in der Mechanik des Hobbes ist der Mangel eines klaren Kraftbegriffs. Das tritt z. B. auch in die Erscheinung, wenn Hobbes behauptet, daß nach dem Aufhören der einen von zwei auf einen Körper wirkenden Bewegungsursachen die Bewegung des Körpers unvermindert im Sinne der noch wirkenden Bewegungsursache vor sich geht. Wenn diese Aussage des Hobbes am Beispiel eines von zwei verschiedenen Winden getriebenen Körpers erhärtet werden soll, so läßt das die ganze Oberflächlichkeit und Unzulänglichkeit der Art erkennen, wie Hobbes aus den Erscheinungen die Naturgesetze herausliest. Denn die Bewegungen der Atmosphäre mit ihrer Komplikation durch Luftwiderstand, Reibung, Luftdruck usw. sind wohl der unglücklichste Griff, den jemand tun kann, der mechanische Grundsätze ausfindig machen will. Das Grundübel der Hobbesschen Mechanik ist ein Mangel, der auch Späteren noch anhaftet. Es ist der Kernpunkt, den auch Kant in seiner Schrift „Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte" berührt, wo er zwischen den Auffassungen des Descartes und derjenigen des Leibniz entscheidet. Descartes mißt die Größe der bewegenden Kraft durch das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit, Leibniz durch das Produkt aus Masse mal Quadrat der Geschwindigkeit. Weder Descartes noch Leibniz noch Kant haben unseren heutigen Kraftbegriff erreicht. Dieser

Mangel des Hobbesschen Kraftbegriffs, den erst die neuere Physik behoben hat, liegt in der Nichtunterscheidung dauernd wirkender Kräfte, die eine beschleunigte Bewegung hervorbringen, und die daher nach dem Maße der Beschleunigung gemessen werden müssen, und sogen. Stoßkräfte, die nur einen Augenblick wirken, und die, wenn keine hemmenden Kräfte vorhanden sind, eine gleichförmige Bewegung im Gefolge haben. Solche Stoßkräfte müssen wir daher beurteilen nach dem Maß der von ihnen bewirkten gleichförmigen Geschwindigkeit. Der ungeschulten Betrachtungsweise liegt die Wirkung von Stoßkräften unendlich viel näher, und auch Hobbes schweben nach seinen Äußerungen als Bewegungsursachen solche Stoßkräfte vor. Es darf uns daher gar nicht wundernehmen, wenn er in der Erklärung schwieriger Bewegungsvorgänge, wie der beschleunigten und der Zentralbewegung, unsere heutige Auffassung nicht erreicht. Gleichwohl hat er ein zu feines physikalisches Taktgefühl, um bei der Beschreibung dieser Bewegungsarten vollkommen zu versagen. Wir wissen heute, daß eine Zentralbewegung zustande kommt, wenn auf einen sich in gleichförmiger Bewegung befindenden Körper eine dauernd wirkende Kraft einwirkt, die ihren Sitz in einem bestimmten Punkte hat. Das hat natürlich Hobbes nicht erkannt, aber was er über diese Bewegungsart beobachtet, ist nicht etwa falsch und kann ebenbürtig bestehen neben dem, was z. B. unsere heutigen Schulbücher darüber zu sagen wissen. Um das zu belegen, setzen wir die betreffende Stelle in ihrem Wortlaut hierher (op. lat. I, 182): 'Et in circulo, ubi motus determinatur a movente per tangentem et a radio retinente mobile in certa a centro distantia, conatus ejus qui prius erat in circuli circumferentia, si anferatur retentio radii, erit postea in tangente sola, id est, in linea recta'.

Wir wissen bereits, daß Hobbes die Ausbreitung von Bewegungsvorgängen in einer Art vorstellt, die wir heute als Nahewirkungstheorie bezeichnen. So denkt er sich die Ausbreitung des conatus (endeaver) gleichfalls im Sinne der Nahewirkungstheorie. 'Wherefore the propagation of endeavour, from one part of full space to another, proceeds infinitely.' Dadurch, daß jeder bewegte Körper immer den ihm benachbarten zum Mitschwingen anregt, breitet sich also jede Bewegung unendlich weit aus. Diese Behauptung wird auch von der heutigen Physik anerkannt werden müssen. Wenn Hobbes dagegen fortfährt: 'Besides, it reaches in any instant to any distance, bow great soever' und damit eine momentane zeitlose Ausbreitung behauptet, so fordert das u n s e r e Kritik heraus; denn wir wissen, daß

selbst die schnellsten Bewegungsvorgänge, wie die Ausbreitung von Lichtwellen und elektrischen Wellen, eine gewisse endliche Zeit benötigen.

Ganz brauchbar auch noch für uns ist das, was Hobbes über Wirkung und Gegenwirkung zu sagen weiß. 'Actio et reactio per eandem fiunt lineam, sed a terminis oppositis.' Neben solchen vollwertigen Körnern finden wir dann gleich wieder Spreu. So mutet uns z. B. der Hobbessche Begriff der Gewöhnung durchaus unwissenschaftlich an. 'Habitus est motus consuetudine, id est, perpetuo conatu vel conatibus iteratis contra conatus resistentes, per certram viam diversam ab ea in qua a principio coeptum est moveri, factus expeditior'. Darin bekundet sich eine naive, populäre Denkweise, von der sich die wissenschaftliche Betrachtung freihalten muß. Diese Gewöhnung, so fügt Hobbes noch zum Überfluß hinzu, kann man nicht nur am tierischen Organismus, sondern auch bei leblosen Naturkörpern beobachten.

Bemerkenswert ist wieder eine andere Stelle, die man als einen Hinweis auf das Gesetz der Erhaltung der Energie deuten könnte. Dieses Gesetz besagt, daß die Energie eines abgeschlossenen Systems unveränderlich ist. Bei Hobbes findet sich eine Spezialisierung dieses Gesetzes: er stellt sich das System der Teilchen eines abgeschlossenen Körpers in Ruhe vor und behauptet nur, daß in dem Innern dieses Körpers niemals Bewegung entstehen kann. 'Nullus in illis partibus oriri potest neque motus neque conatus, cujus causa efficiens non sit extra corpus cujus illae partes sunt.' Hobbes würde allerdings, wenn er zu diesem Begriff vorgedrungen wäre, nur von Bewegungsenergie haben reden können, da bei ihm ja alle Erscheinungen nichts als Bewegungsvorgänge sind.

Wundernehmen muß es uns wieder, daß wir klipp und klar bei Hobbes schon den Begriff der physikalischen Dimension vorfinden. Mit aller Strenge hält die moderne Physik darauf, daß nur gleichartige Größen oder Größen gleicher physikalischer Dimension miteinander verglichen werden dürfen. Wir dürfen Kräfte nur durch Kräfte, Geschwindigkeiten nur durch Geschwindigkeiten messen, niemals aber z. B. eine Kraft mit einer Geschwindigkeit zusammenstellen. Das rät auch Hobbes z. B. in folgender Stelle an (op. lat. I, 282): 'Velocitas autem, quae ex longitudine spatiorum aestimatur, pro unica dimensione habenda est; pondus autem, quod dimensione totius corporis metimur, est instar solidi. Solidi autem et longitudinis, id est, lineae comparatio nulla est'. Mit dieser Vorschrift können wir uns nach ihrer Absicht einverstanden erklären, nur müssen wir beanstanden, daß Hobbes den Begriff

des Gewichts eines Körpers nicht von dem eines festen Körpers zu unterscheiden weiß.

Wir wenden uns nun einem besonderen Kapitel der Mechanik bei Hobbes zu. Es ist das Problem der Gravitation. Was Hobbes hier ausgeführt hat, mutet uns ganz wunderlich an. Wie kommt es, daß der Stein zur Erde fällt? Das ist die in Rede stehende typische Frage. Wir antworten seit Newton darauf: weil zwischen Erdkörper und Stein eine Massenanziehung stattfindet, die proportional ist dem Produkt der Massen und umgekehrt proportional mit dem Quadrat ihres Abstandes. Diese Anziehung führt zu einer Vereinigung der beiden Körper. Sie kommen dabei einander entgegen. Wegen ihrer gewaltigen Masse aber ist die Bewegung der Erde so verschwindend, daß wir sie neben der Bewegung des Steins außer Betracht lassen können. Die Bewegung des Steins bezeichnen wir als seinen Fall. Daß Hobbes bereits zu dieser Einsicht fortgeschritten sein könnte, darf natürlich nicht erwartet werden. Ja wir müssen nach dem Bisherigen bei ihm eine ganz andere Ansicht verlangen. Newtons Theorie ist ausgesprochene Fernewirkungstheorie. Hobbes erklärt alles als Nahewirkung. Wie zwei weit voneinander entfernte Massen einander anziehen können, ist ihm unverständlich, solange er gleichsam nicht die Seile sieht, mit deren Hilfe dies geschieht. Er will die Gravitation als Nahewirkung erklären. Und wo Newton mit dem Schlagwort der Wirkung in die Ferne ein näheres Eingehen ablehnt, da sucht uns Hobbes einen detaillierten Mechanismus zu geben. Hobbes hat diesem Gravitationsproblem ein besonderes Kapitel gewidmet. Hören wir, wie er sich dort den Fall eines Körpers vorstellt. Der Erde schreibt er eine im übrigen dunkel gebliebene Bewegung zu, vermöge deren sie die sie berührenden Teilchen der Luft ringsherum abstößt. Die so abgestoßenen Luftteilchen ordnen sich dann ihrer Natur nach in konzentrischen Kugeln um die Erde herum. Heben wir nun einen Stein vom Boden auf und halten ihn in der Hand, so ist klar, daß etwas an die Stelle treten muß, an der sich der Stein an der Erdoberfläche befand, wenn anders kein leerer Raum entstehen soll. Nun, ein der Größe des Steines entsprechendes benachbartes Luftquantum steigt herab, um diesen Raum auszufüllen. Dahin, wo diese herabsteigende Luftmenge weggenommen wird, muß eine darüber liegende Luftschicht nachrücken, und so geht dieser Prozeß immer weiter, bis er schließlich den Stein in unserer Hand erreicht hat. Jetzt wird also die Luftschicht, in welcher sich der Stein befindet, nachrücken. Das tut sie und führt dabei den Stein mit sich, sofern

er nicht durch unsere Muskelkraft daran gehindert wird. Denn dem geringsten Anstoß muß der Stein Folge leisten. Die einmal begonnene Bewegung wird er nun nach dem Beharrungsgesetz beizubehalten versuchen. Er muß schließlich sonach die Erdoberfläche erreichen. Eine Kritik dieser Theorie des freien Falles vom heutigen Standpunkt aus erübrigt sich. Wie denkt sich nur Hobbes die Anordnung der Luftschichten? Diese Tatsache hat für uns einen wohlgegründeten Sinn, die wir wissen, daß die Luft eine gewisse Schwere besitzt und die schwere Luft zuunterst sein muß, während sich die leichtere Luft in Schichten darüber ordnet. Aber Hobbes braucht ja gerade die Luft, um die Gravitation zu erklären. Außerdem weist Hobbes energisch zurück, daß der Luft eine gewisse Schwere zukommt, trotzdem ihm der Versuch wohlbekannt ist, daß eine mit Luft gefüllte Blase mehr wiegt als eine leere. Diese ganze Gravitationstheorie des Hobbes ist aufs engste verquickt mit seiner Überzeugung, daß es kein Vakuum geben kann, und mit der anderen, daß es keine Fernewirkung gibt. Wenn wir uns das gegenwärtig halten, können wir Hobbes eine gewisse Folgerichtigkeit nicht absprechen in der Art, wie er das Gravitationsproblem zu meistern versucht. Seines Gegensatzes zu der Ansicht einer Wirkung in die Ferne ist sich Hobbes voll bewußt, wenn er sagt (op. lat. IV, 311): 'In reddendis causis naturalibus ultra verisimile ire hominibus non conceditur. Veruntamen meliora haec sunt, quam ut aut causam descensionis gravium dicamus esse gravitatem, ubi quaeritur causa gravitatis, aut quod gravia a terra attrahuntur, cum quaeritur quomodo attrahuntur'.

Wir gehen nun noch etwas näher ein auf experimentelle Versuche, die uns als Beweise für die Existenz des Vakuums gelten, die sich aber Hobbes für die entgegengesetzte Meinung zu deuten unterfängt. Hobbes beschreibt mit vielen Worten Apparate, die wir als Luftpumpen mit Rezipienten zu bezeichnen pflegen. Alle Wirkungen, die wir nun im luftleeren bezw. luftverdünnten Raum beobachten können, erklärt Hobbes als Wirkungen eines heftigen Luftstroms, der beim Ansaugen zwischen der Oberfläche des Saugkolbens und des Zylinders weht. Denn daß ein Kolben absolut dicht hält, ist für Hobbes undenkbar. Durch diese äußerst heftige Luftbewegung erklärt Hobbes z. B. das Platzen einer luftgefüllten Blase unter dem Rezipienten. Denn beim Ansaugen dringen nach ihm diese Luftteilchen zugleich und von allen Seiten mit großer Gewalt auf die Wandung der Blase ein und zerstören sie schließlich. Daß Tiere unter dem Rezipienten einer Luftpumpe absterben, deutet Hobbes seiner Theorie zuliebe so, daß die in die Lungen eindringende

heftige Luftbewegung die Blutzirkulation in den Lungen hemmt. Dadurch kommt aber in den gesamten Blutkreislauf eine gewisse Stagnation, und dieser Stillstand bedeutet Tod. Die Luftbewegung, die durch das Ansaugen unter dem Rezipienten erzeugt wird, reicht sogar aus, glühende Kohlen zum Verlöschen zu bringen, ebenso beschleunigt er nach Hobbes das Kochen des Wassers unter dem Rezipienten. Uns mutet diese Deutung der Tatsachen etwas sonderbar an. Wir erkennen hieraus so recht deutlich, mit welchem Eigensinn Hobbes an einmal gefaßten Meinungen festhält. Das Merkwürdigste jedenfalls ist, daß Hobbes in seinem Eifer selbst angesichts des Torricellischen Versuchs die Unmöglichkeit des Vakuums behauptet. Wie deutet Hobbes diesen berühmten Versuch? Nach ihm sinkt infolge seiner Schwere das Quecksilber in der Barometerröhre herunter und dringt in das weitere Gefäß ein. Dadurch wird aber ein gewisses Quantum Luft aus seiner Lage herausgetrieben. Sie muß nun den Raum aufsuchen, den soeben das Quecksilber innehatte. Mithin muß sie durch das Quecksilber hindurchdringen. Dem leistet aber das Quecksilber Widerstand. Sobald sich nun die Kraft des sinkenden Quecksilbers und die Kraft des Luftauftriebs ausgeglichen haben, hört die Abwärtsbewegung des Quecksilbers auf: ein fester Barometerstand bildet sich aus, würden wir heute sagen. Der beste Beweis aber — nach Hobbes' Dafürhalten — gegen die Möglichkeit eines Vakuums ist die Tatsache, daß wir Vorgänge, die sich unter dem Rezipienten abspielen, sehen und hören können. Wie wäre das möglich, so argumentiert Hobbes, wenn unter dem Rezipienten Leere herrscht? Hier muß vielmehr ein Medium sein, das Schall und Luft ausbreitet. Wir können dieser Wendung des Hobbes insofern zustimmen, als in der Tat nur die Luft oder ein anderer Körper den Schall ausbreitet. Als Medium aber für die Ausbreitung des Lichts setzen wir heute einen hypothetischen, unwägbar gedachten Lichtäther voraus. Bei dieser für die ganze Naturauffassung wichtigen Frage des Vakuums müssen wir uns gegenwärtig halten, daß sich Hobbes die Luft als ein Gemisch eines unwägbaren Äthers mit ponderablen Partikelchen vorstellt. Vakuum bei Hobbes bedeutet also luftleerer Raum. Wenn er dessen Existenz leugnet, bleibt er weit zurück hinter der fortgeschrittenen Auffassung z. B. eines Pascal, die sich ungefähr bereits mit unserer heutigen deckt. Ließ doch Pascal sogar durch seinen Freund Périer am Puy de Dôme Versuche anstellen, um die Abhängigkeit der Höhe der Quecksilbersäule von der darunter befindlichen Luftsäule nachzuweisen. Solche Versuche anzustellen, liegt unserem Philosophen überhaupt fern, und seine theoretischen

Ansichten zielen auf die Konstruktion eines möglichst greifbaren und sichtbaren Mechanismus ab.

Wenn wir nun kurz die wichtigsten Abschnitte der Mechanik durchgehen, so finden wir auf dem Gebiet der Statik keine neuen Entdeckungen des Hobbes anzuführen, was uns nicht in Erstaunen versetzen kann, wenn wir bedenken, daß dieses Feld bereits von den Alten im weiten Umfange angebaut ist. Da finden sich bei Hobbes Ausführungen über den Schwerpunkt und seine Lagebestimmung, der Satz vom Parallelogramm der Bewegungen, das Hebelgesetz und seine Anwendungen. Interessanter als seine Ausführungen über das Gleichgewicht der Körper ist schon die Art, wie er dynamische Vorgänge behandelt. Zwar hat er hier den Entdeckungen Galileis über den freien Fall der Körper nichts Neues hinzugefügt, aber bemerkenswert sind seine theoretischen Ausblicke. Hobbes kennt die Fallgesetze und ist z. B. auch damit vertraut, daß die Wurfbahn infolge der Einwirkung der Schwere parabolisch gekrümmt ist. Bei dem freien Fall nun wachsen die Geschwindigkeiten proportional der Zeit, die Wege proportional dem Quadrat der Geschwindigkeiten. Der erstaunliche Schritt bei Hobbes ist nun die Frage: Sind auch Bewegungsarten möglich, wo die Geschwindigkeiten proportional dem Quadrat oder dem Kubus oder noch höheren Potenzen der Zeit wachsen? Diese Frage bejaht er. Zwar behauptet er nicht die Existenz solcher Bewegungen, und er lehnt es auch ab, sich näher damit zu befassen. 'I should proceed to the explication of such motions as are made by impetus increasing in proportion triplicate, quadruplicate, quintiplicate to that of their times, it could be a labour infinite and unnecessary'. Diese theoretische Einräumung der Möglichkeit von Bewegungen höherer Art, die nicht wie beim freien Fall proportional dem Einfachen der Zeit wachsende Geschwindigkeiten haben, berührt sich mit Ansichten, die erst von neueren Physikern geäußert worden sind. Ja heute sind wir zu der Ansicht durchgedrungen, daß selbst der freie Fall nicht genau mit der Zeit wachsende Geschwindigkeiten aufweist, da die Beschleunigung keine konstante ist. In Wirklichkeit sind die Galileischen Fallgesetze nur Annäherungen an die Wirklichkeit, Annäherungen, die allerdings für alle praktischen Zwecke ausreichen. Die strenge mathematische Formulierung, welche die Mechanik durch Galilei und Newton erfuhr, hinterließ für die nächsten Jahrhunderte wissenschaftlicher Forscherarbeit die Überzeugung, als sei die Wirklichkeit der mathematischen Formel in aller Strenge angemessen. Heute wissen wir, daß wir in unseren Formeln nur näherungsweise die Natur darstellen. Und diese ganz moderne Ansicht finden wir nun bei

Hobbes vertreten. Denn seine oben angeführte Äußerung ist ein Zeichen, daß er sich bereits auf dieser höheren Warte physikalischer Fernsicht befindet. Wir haben schon öfter Gelegenheit gehabt, die divinatorische Begabung des Hobbes zu bewundern. So erscheint uns auch die besprochene, bei ihm ganz nebensächlich auftauchende Bemerkung vom heutigen Standpunkt in einer Bedeutsamkeit, die Hobbes nie hätte auch nur ahnen können.

Eine der Mechanik des Hobbes ganz eigentümliche Theorie ist diejenige der einfachen kreisförmigen Bewegung, von der er sagt (op. lat. I, 258): 'Motum circularem simplicem eum esse definivimus, in quo singula puncta singulis temporibus singulos arcus describunt aequales. Wie wir uns diese Bewegung vorzustellen haben, wird noch deutlicher durch folgenden Zusatz: 'Itaque in motu circulari simplice necesse est ut quae in moto sumatur linea recta, ea feratur sibi semper parallela'. Bei dieser einfachen kreisförmigen Bewegung denkt Hobbes mit Vorliebe an rotierende Flüssigkeiten, wo die Winkelgeschwindigkeit abnimmt, je mehr man sich vom Drehungspunkt entfernt. Denn ausdrücklich heißt es (E. W. I, 32): 'From whence it follows, that the more remote parts of the fluid ambient shall finish their circles in times, which have to one another the same proportion with their distances from the movent'. Es ist erstaunlich, wie Hobbes gerade eine solche Bewegung einfache Kreisbewegung nennen konnte; sie ist nichts weniger als dieses. Außerdem stimmen die beiden Eigenschaften, die ihr beigelegt werden, absolut nicht zusammen. Sollen Linien, welche Punkte des bewegten Körpers verbinden, bei der Bewegung parallel bleiben, so kann die angegebene Beziehung der Umlaufszeiten der Punkte in verschiedener Entfernung vom Drehungspunkt nicht zu Recht bestehen.

Eine viel einfachere Kreisbewegung ist nach unserem Urteil gerade diejenige, welche bei Hobbes die zusammengesetzte genannt wird. Hobbes sagt darüber (E. W. I, 328): 'Compounded circular motion, in which all the parts of the moved body do at once describe circumferences, some greater, others less, according to the proportion of their several distances from the common centre, carries about with it such bodies, as being not fluid, adhere to the body so moved; and such as do not adhere, it casteth forwards in a strait line which is a tangent to the point, from which they are cast off'. Darüber kann nach diesem Wortlaut kein Zweifel bestehen, daß damit nichts anderes gemeint sein kann als jene Bewegung, die wir heute unter der Bezeichnung Zentralbewegung kennen. Beide Kreisbewegungen, besonders

die motus circularis simplex genannte, spielen bei Hobbes eine große Rolle zur Erklärung der mannigfachsten Naturphänomene, wie uns das noch im einzelnen begegnen wird.

Wir wenden uns nun einem Kapitel der Hobbesschen Physik zu, das überschrieben ist: Das spezifische Gewicht. Zunächst müssen wir da die Feststellung machen, daß Hobbes von optischen Betrachtungen, insbesondere vom Phänomen der Brechung und Reflexion ausgehend den Begriff des Dichten und Dünnen gewonnen hat. Darum ist es auch begreiflich, daß er unter rarum und densum den optischen Dichtegrad verstanden haben will und nicht den Grad der Anfüllung mit Materie. Er sagt darüber (E. W. VII, 172): 'But you do not mean there, by rarum and densum, two bodies whereof in equal spaces one has more substance in it than the other'. Und wenn er dann fortfährt: 'No, for equal spaces contain equal bodies', so klingt das beinahe an die Hypothese des Avogadro an, die da besagt, daß gleiche Räume die gleiche Anzahl Moleküle enthalten, wenn es sich um Gase handelt. Wenn wir aber bedenken, daß Hobbes nichts hielt von der Behauptung der atomistischen Struktur gerade der gasförmigen Materie, so ist klar, daß wir obige Äußerung nicht als Vorboten der Avogadroschen Hypothese ansprechen dürfen. Sie bleibt für uns dann lediglich ein Kuriosum im System des Hobbes. Nach dieser negativen Fixierung des rarum und densum kommt dann folgende positive Wendung: 'But I mean by densum any body which more resisteth the motion of the air, and by rarum that which resisteth less'. Was hierin gesagt ist, klingt mehr an unseren heutigen Begriff der Härte eines Körpers an. In einem anderen De Gravitate überschriebenen Kapitel finden wir dann auch den heute bei uns üblich gewordenen Begriff der Dichte an. Dort heißt es (op. lat. I, 413): 'Densum quidem, quod dati spatii multas partes occupat, rarum, quod ejusdem vel aequalis spatii partes ejusdem magnitudinis continent pauciores'. Wir bemerken den Widerspruch dieser letzteren Erklärung gegen die soeben angeführte Wendung, daß gleiche Räume gleichviel Masse enthalten sollen. In diesem Zusammenhange sei noch darauf hingewiesen, daß sich bei Hobbes eine auch im Ausdruck durchaus einwandfreie Formulierung des Archimedischen Prinzips findet.

Wir gehen nun über zu anderen physikalischen Betrachtungen des Hobbes, die wir heute zur Elastizitätstheorie zu rechnen pflegen. Natürlich können wir hier nicht eine unserem heutigen Stand des Wissens angemessene Definition des Begriffs der Härte, der Zug- und Druckfestigkeit, der Elastizität usw. erwarten. Immerhin sucht auch Hobbes durch strenge Formulierung

einiger Grundbegriffe seinen Ausführungen ein gewisses Fundament zu geben. Hart nennt er einen Körper, von dem kein Teil leicht fortbewegt werden kann, ohne daß zugleich der ganze Körper mit nachgibt. Körper, bei denen dieses nicht der Fall ist, heißen weiche. In gewissem Sinne bemerkenswert ist noch der Zusatz bei Hobbes, daß hart und weich nicht entgegengesetzte Begriffe sind, sondern nur verschiedene Grade ein und derselben Eigenschaft bedeuten. 'Adeo ut durities et mollities sint altera alterius gradus.' Worin besteht nun das Wesen dieses verschiedenen Härtegrads der Körper? Wie können wir erklären, daß der eine Körper hart ist, der andere weich? Daran ist die innere Bewegung der Teilchen des Körpers schuld, lautet die Antwort bei Hobbes. Es ist die universale Bewegung, die wir in verschiedenem Grade bei allen Körpern antreffen und aus der Hobbes alle anderen Phänomene, die Schwere, Ebbe und Flut, Wärme und Licht, herleitet. 'Causa ejus rei est idem ille motus partium, quem a principio in sole, terra et astris supponimus; et unde, non modo gravitatem, et maris aestus, sed etiam calorem et lucem derivavimus. Qui cum non sit circa centrum partis sed motus ipsius centri, non est semper perfecte circularis. Non enim a circulatione est quod aer laceratur, et caeteri effectus producuntur, sed a reciprocatione in linea quacunque. Pro causa ergo duritiei suppono reciprocationem illam et velocissimam esse, et intra spatia brevissima!' Wir erkennen hieraus, daß sich Hobbes die Bewegung der Teilchen eines Körpers als äußerst schnelle Schwingungen vorstellt. Sofern durch diese Schwingungen die Aussendung von Licht, Schall, Wärme bewirkt wird, ist die Vorstellung des Hobbes eine durchaus moderne. An anderer Stelle erfahren wir noch, daß die Bahn dieser schwingenden kleinen Teilchen eine kreisförmige ist. Ein ganz neues Moment aber kommt herein bei Veranlassung eines wissenschaftlichen Streites zwischen Hobbes und Descartes, bei dem der beiden befreundete Pater Mersenne als Unparteiischer angerufen wurde. Da sind es plötzlich die spiritus, welche die Schwingungen ausführen und demgemäß die Körper hart oder weich machen. Was wir unter diesen spiritus zu verstehen haben, zeigt uns folgende Stelle aus einem Briefe des Hobbes an Mersenne: 'Respondeo, certe ego per spiritum intelligere me dixi corpus subtile et fluidum'. Durch ihre Bewegung also machen diese spiritus einen Körper weich oder hart. 'Spiritus subtiles et liquidos, vehementia motus sui, posse constituere corpora dura, ut adamantam, et lenitudine alia corpora mollia, ut aquam vel aerem!' Während sonst Hobbes andere Ansichten verwirft, läßt er bezüglich der Härte der Körper der abweichenden Ansicht des

Descartes Gerechtigkeit widerfahren. Descartes' Ansicht berührt sich mit unserer heutigen Vorstellung. Er findet den Grund der Härte in der stärkeren oder geringeren Kohäsionskraft, mit der die Atome eines Körpers aneinander festgehalten werden. Hobbes sagt darüber in jenem Briefe an Mersenne: 'Hypothesis mihi quidem non videtur inferior illa domini Descartes, qui ponit atomorum suarum nodos et implicationes quasdam, quibus partes corporum durorum debeant cohaerere'.

Wir gehen nun über zum Begriff des Elastischen. Hobbes definiert: 'Per elastrum intelligo partium internarum conatum restituendi se ad situm, a quo per tensionem abductae'. Diese Definition trifft das, was auch uns das Wesen eines elastischen Körpers ausmacht. Wir erfahren dann weiter, wie das Zurückschnellen eines elastischen Körpers zustande kommt. In den Teilchen eines solchen Körpers ist von Natur jene äußerst schnelle, wenn auch unsichtbare Schwingungsbewegung. Die Bewegung führt zur Ruhelage zurück, sobald das spannende Hindernis fortgenommen wird. 'Quaeritur ergo restitutionis causa, quam dico esse posse hujusmodi, nempe, quia particulae corporis flexi moventur etiam tunc cum tenetur flexum, motu suo, amota vi flectente, flexum restituent'.

Im Anschluß an diese Elastizitätstheorie des Hobbes wollen wir noch eine Erscheinung erwähnen, deren Entdeckung dem Hobbes zugeschrieben wird. Es handelt sich dabei um das Zerspringen von sogen. Glastränen zu feinem Staub. Diese Entdeckung ist die einzige physikalische Leistung des Hobbes, die überhaupt in der Geschichte der Physik Beobachtung gefunden hat. Zwar gehen auf Hobbes in der Tat sonst keine bahnbrechenden physikalischen Entdeckungen zurück. Aber daß er in der Geschichte der Physik so einfach totgeschwiegen wird, ist eigentlich ein Unrecht, denn in seinem physikalischen Denken ist so manches, was originell ist und was gerade das Interesse der modernen Physik in Anspruch nimmt. Die Beachtung, welche die Entdeckung der Eigenschaften der Glastränen gefunden hat, rechtfertigt es, daß wir auf diese Hobbessche Theorie etwas näher eingehen. Hobbes führt darüber etwa folgendes aus: Glastränen entstehen durch Einträpfeln flüssigen Glases in Wasser. Der unten befindliche sackförmige Teil des Glastropfens wird dabei zuerst in Wasser eingetaucht. Hierbei findet infolge der Abkühlung eine Zusammenziehung statt. Die Teilchen, die infolge ihrer voraufgegangenen Erhitzung verhältnismäßig große Schwingungen ausführten, sind nun im Wasser auf einen geringeren Raum mit ihren Schwingungen angewiesen. Die Bewegung der Teilchen in dem fadenförmigen Hals der Glasträne

dagegen ist eine viel schnellere geworden. Hobbes denkt sich die Sache so, daß die im breiteren Teil der Glasträne durch die Einschrumpfung zum Teil unterdrückte Bewegung einen Ausweg nach dem fadenförmigen Ende zu sucht. Er erläutert diese seine Ansicht noch durch den Hinweis auf einen an dem einen Ende glühenden Eisenstab. Sobald dieses glühende Ende in Wasser getaucht wird, zieht die ganze die Wärme bewirkende Schwingungsbewegung in den noch herausragenden Teil, so daß dieser jetzt heiß wird. Die ganze Heftigkeit der Bewegung wird so in ähnlicher Weise an das dünne Ende der Glasträne konzentriert. Diese Bewegung ist kreisförmig; durch die Reaktion der Dämpfe, die in dem durch das Eintauchen heiß gemachten Wasser entstehen, kommt auch noch eine Bewegung in Längsrichtung des Glasfadens hinzu. Durch Kombination dieser beiden Bewegungen resultiert nun eine spiralförmige Bewegung, die zur Auflösung des Glasfadens in eine große Anzahl dünner Fädchen führt. (Totus motus spiralis fiet, et per illum diffendetur et torquebitur materia vitrea ab imo ad summum in fila vitrea inumerabilia, ut fiunt in arboribus a succo surgente quo nutriuntur fila lignea.) Sobald wir nun das dünne Ende des Glasfadens drehen, drehen wir sämtliche Fädchen, die er enthält. Werden sie zu stark angespannt, so zerspringen sie alle in viele kleine Partikelchen. Die Glasträne ist zerstäubt.

Hobbes Ansichten über die Elastizität der Körper sind aus einem zweifachen Grunde bemerkenswert. Einmal müssen wir die Tatsache hervorheben, daß er den betreffenden Problemen mit einer gewissen Selbständigkeit gegenübergestanden hat. Schon durch die bloße Inangriffnahme der Fragen über die Elastizität, an die kaum jemand vor ihm gedacht hat, hat er sich ein gewisses Verdienst erworben. Und nach ihm sind viele Menschenalter verstrichen, ehe ein wirklicher Fortschritt gegenüber dem von ihm erreichten Niveau zu verzeichnen ist. Dann aber müssen wir gerade angesichts seiner elastischen Probleme anerkennen, daß er auch auf diese sein einziges Erklärungsprinzip angewandt hat, die Schwingungsbewegung. Daraus erkennen wir so recht, daß ihm alles auf die Einheitlichkeit der Naturerklärung ankam. Und diesem Einheitsstreben auf dem Gebiete physikalischen Denkens müssen wir unsere volle Anerkennung zollen.

Diese Einheitlichkeit der Naturerklärung bleibt auch gewahrt, wo er sich kosmischen Bewegungen zuwendet. Auch diese werden aus demselben Prinzip erklärt. Denn im ganzen Weltall ist die von Hobbes behauptete Schwingungsbewegung verbreitet (op. lat. IV, 310): 'Praeterea, motum hunc suppono non modo in terra,

sed etiam in sole, et luna, et reliquis stellis tam fixis quam errantibus'. Infolge dieser Schwingungsbewegung haben sämtliche Himmelskörper Gravitation. Sie ziehen daher einander an. Wie kommt es nun, daß sie sich trotzdem nicht zu einem Zentralkörper vereinigen, wie man das bei der gegenseitigen Anziehung erwarten könnte. Das erklärt Hobbes so (op. lat. IV, 315): 'Si duo corpora aerem a se rejiciant, reprimetur utrinque motus aeris, ita ut illa duo corpora coire non possint: nisi dicamus aerem, ab utroque simul corpore rejectum, expelli e natura rerum. Videntur ergo duo astra quaelibet inter se distantiam quandam tenere ab hac causa determinatam, et proinde ad se invicem propius accedere vel longius abire non posse quam pro aequilibrio virium'. Wenn uns diese Begründung des nach der Ansicht des Hobbes immer gleichbleibenden Abstands der Gestirne etwas rätselhaft erscheint, so ist das noch mehr der Fall mit der Herleitung der täglichen Umdrehung der Erde um ihre Achse und ebenso der Mondbewegung. Die Pole der Sonnen- und der Mondbewegung sind, so führt Hobbes aus, in der Äquinoktialebene, daher ist die Sonnenbewegung die Ursache der täglichen Bewegung der Erde. Und weil die Erdbewegung in der Ebene der Ekliptik stattfindet, so führt sie eine entsprechende Bewegung des Mondes herbei um ein in der Ekliptik liegendes Zentrum. Hobbes erklärt zugleich, warum uns der Mond immer dasselbe Gesicht zukehrt (op. lat. VI, 316): 'Et nisi volveretur luna super centrum proprium, faciem ejus aspiceremus modo unam, modo alteram quam tamen videmus, unam semper et eandem'. Etwas näheren Aufschluß über die Art der Bewegungsübertragung von einem Himmelskörper auf einen anderen gibt uns Hobbes E. W. VII, 97. Dort wird ausgeführt, daß die Sonne durch ihre Bewegung nach allen Seiten die Luft zurücktreibt. Da aber kein leerer Raum existieren kann, so muß die Luft in einem kreisförmigen Strome zurückkehren. Die Geschwindigkeit dieses Luftstroms ist um so größer, je kleiner die Entfernung von der Sonne ist. Dieser Luftstrom ist gerade der Sonnenbewegung entgegengesetzt; denn sonst könnte die Luft nicht zurückgeworfen werden. Wenn wir daher annehmen, daß sich in diesem Luftstrom die Erde befindet, so wird sie in jährlicher Drehung mitgeführt. Diese Ausführungen über Anziehung und Bewegung der Himmelskörper sind durchaus unklar. Bemerkenswert ist dabei aber die Ansicht des Hobbes, daß die Gestirne durch Vermittlung der Luft aufeinander wirken. Auch hier vertritt er also wieder die Nahewirkungstheorie.

Bei Hobbes begegnet uns auch schon das Problem der Ebbe und Flut. Für die Entstehung dieses Phänomens gibt er die

von ihm vorausgesetzte Bewegung der Erde an; die Springfluten zur Zeit des Neu- und Vollmonds erklärt er durch den verstärkenden Einfluß des Mondes.

Im übrigen fußen die kosmischen Erkenntnisse des Hobbes auf den Entdeckungen eines Kepler und Galilei. Was Hobbes aus eigener Denkarbeit hinzufügt, das ist ein Versuch, diese Erscheinungen mit Hilfe der kreisförmigen Bewegung, also nach einem einheitlichen Gesichtspunkt zu erklären.

Nächst der Mechanik ist die Optik von Hobbes am meisten gepflegt worden. Und was er hier in theoretischer Beziehung geäußert hat, macht in seiner Gesamtheit eine sehr beachtenswerte Station in der Entwicklung des physikalischen Denkens aus. Es handelt sich vor allem um die richtige Erkenntnis, daß das Leuchten des Körpers auf Schwingungen beruht und daß diese Schwingungen durch Vermittlung eines Äthers geradlinig nach allen Richtungen hin ausgebreitet werden, um gegebenenfalls unser Sehorgan gleichfalls in Bewegung zu versetzen. In den einleitenden Worten zu seinem Tractatus opticus, der im Jahre 1644 durch Mersenne als Lib. VII der Cogitata Physico-Mathematica veröffentlicht wurde, drückt Hobbes sein optisches Grundbekenntnis mit folgenden Worten aus (op. lat. V, 217): 'Omnis actio est motus localis in agente, sicut et omnis passio est motus localis in patiente. Agentis nomine intelligo corpus, cujus motu producitur effectus in alio corpore; patientis, in quo motus aliquis ab alio corpore generatur'. Und indem Hobbes diesen Ausspruch auf die Gesichtsempfindung spezialisiert, sagt er: 'Visio est passio producta in vidente per actionem objecti lucidi vel illuminati'. Mit nachdrücklicher Betonung tritt nun Hobbes gegen die sogen. Emissiontheorie des Lichts auf, die da eine Aussendung kleiner Teilchen eines leuchtenden Körpers bis an unser Auge behauptet. Wir wissen, daß 1666 Newton eine Aussendung eines feinen gewichtslosen Stoffes seitens der leuchtenden Körper annahm, eine Theorie, der dann sehr bald (1678) diejenige von Chr. Huygens folgte, der das Wesen der Ausbreitung des Lichts in einer elastischen Wellenbewegung des Äthers erblickte. Hobbes kommt also mit seiner Meinung der Ansicht des ihm räumlich und zeitlich fernerstehenden Huygens näher als seinem Landsmann Newton. Hobbes sagt folgendes: 'In visione, neque objectum, neque pars ejus quaecunque transit a loco suo ad oculum'. Jede Bewegung kann sich vielmehr auf unendlich große Entfernung ausbreiten, indem sie sukzessive von einem Körper auf den benachbarten übergreift. 'Sufficit enim ut parum, imo insensibiliter motum, protrudat id quod proxime adstat; nam id quod adstat, pulsum suo loco, pellit

quoque quod est proximum sibi, atque eo modo motus propagabitur quantum libueris.' Nun besteht ein großer Unterschied hinsichtlich der Art, wie von den verschiedenen Medien die Lichtbewegung ausgebreitet wird. Das gibt Hobbes Veranlassung, optisch dichte und dünne Körper zu unterscheiden. Wir haben schon früher darauf hingewiesen, daß dieser Begriff der optischen Dichte scharf getrennt gehalten wird von dem Dichtebegriff, der uns gleichwertig ist mit dem Begriff des spezifischen Gewichts. Hobbes definiert: 'Medium rarius voco quod minus contumax (widerspenstig) est adversus motum recipiendum: densius quod magis'. Die Luft, sagt Hobbes, ist optisch dünner als Wasser, als Glas, als Kristall. Die Schwingungen eines leuchtenden Körpers stellt sich Hobbes vor als ein Aufblähen und Wiederzusammenziehen, denn er sagt (op. lat. V, 218): 'Omne lucidum dilatat se, tumescitque in molem majorem, iterumque contrahit se, perpetuam habens systolem et diastolem'. Diese Schwingungsnatur wird auch wohl unserem Auge sichtbar durch ein gewisses Flimmern, welches wir an leuchtenden Körpern beobachten können. 'Videtur autem, quam in omni corpore lucido observamus et appellamus scintillationem nihil aliud esse quam hanc systolem et diastolem.' Ein wichtiger Punkt, bezüglich dessen uns die heutige Physik das Entgegengesetzte lehrt, ist die Meinung des Hobbes, daß die Ausbreitung des Lichts momentan vor sich geht, während wir heute wissen, daß auch die Lichtgeschwindigkeit eine endliche und nach verschiedenen Methoden meßbar ist. Allerdings ist Hobbes bei dieser Meinung nicht konsequent geblieben. Denn an anderer Stelle, wo er die Abnahme der Lichtintensität bei größerer Entfernung vom leuchtenden Objekt erklären will, spricht er ausdrücklich von der Zeit, die ein Körper benötigt, um von einem Punkt zum anderen zu gelangen. Ein bemerkenswerter Streit entspann sich bezüglich der Natur des Mediums, durch welches die Lichtausbreitung vermittelt wird, zwischen Hobbes und Descartes. Der Kernpunkt des Streites läßt sich kurz so herausheben, daß wir sagen: Hobbes setzt als Medium eine äußerst feine Materie voraus, Descartes behauptet die Existenz sogen. spiritus. Hobbes sucht die Identität beider Auffassungsweisen darzulegen, wogegen Descartes Einspruch erhebt. Denn in einem Briefe an Mersenne (op. lat. V, 399) sagt Descartes: 'Primo per spiritum inquit, intelligere me dixi corpus subtile et fluidum: ergo idem est cum ejus materia substile'. Das aber ist nach Descartes so ungereimt, als wenn man schließen wollte, 'equus et lacerta idem sunt', da sie beide seien ein animal quadrupes et caudatum! Wir erkennen jedenfalls, daß bei Hobbes die wesentlichsten Voraussetzungen unserer heutigen Lichttheorie

im Keime bereits enthalten sind. Es ist vielleicht nicht ohne Interesse, einmal in kurzen Stichworten die nicht immer geradlinig verlaufende Entwicklung der Ansichten über die Natur des Lichts und seiner Ausbreitung zu charakterisieren. Diese Zusammenstellung hebt die Bedeutung des Hobbes noch klarer heraus. 1644 Hobbes' Schwingungstheorie des Lichts. 1666 Newtons Emissionstheorie. 1678 Huggens' Undulationstheorie. Emission oder Undulation und auf der anderen Seite Fernewirkung oder Nahewirkung, das sind kurz die Schlagworte, um die sich der wissenschaftliche Streit dreht.

Wir wenden uns nun einigen speziellen Kapiteln der Optik des Hobbes zu, nämlich den Problemen der Zurückwerfung und der Brechung des Lichts. Wir werden uns dabei überzeugen, daß in den Ansichten des Hobbes manches zu verzeichnen ist, was in der späteren Entwicklung nicht über Bord geworfen zu werden brauchte.

Wir bleiben zunächst bei der Reflexion stehen. Das Reflexionsgesetz ist bei Hobbes richtig angegeben. Op. lat. I, 312: 'Si corpus in aliud corpus feratur per lineam rectam, nec ipsum penetrat, sed reflectatur, erit angulus, reflectionis angulo incidentiae aequalis'. Uns interessiert hier besonders die Art, wie Hobbes dieses Gesetz begründet. Er zerlegt die auf den reflektierenden Körper auftreffende Bewegung in zwei Komponenten. Die parallel der als eben vorausgesetzten Grenzfläche gehende Komponente bleibt unverändert, die dazu senkrechte erhält die entgegengesetzte Richtung. So ergibt sich denn der reflektierte Strahl entsprechend dem Reflexionsgesetz. Zwei weitere Punkte in den Ausführungen des Hobbes über die Reflexion sind bemerkenswert. Einmal dehnt sie unser Philosoph auch auf gekrümmte Oberflächen aus, indem er sich an der betreffenden Stelle die Tangentialebene konstruiert denkt. Zum anderen verdient hervorgehoben zu werden, daß er dieses Reflexionsgesetz ausdehnt auf alle geradlinigen Bewegungen, sei es Licht, Schall usw. Damit bekundet er wieder sein Streben, Einheit in die gesamte Naturerklärung zu bringen.

Noch bedeutungsvoller ist die Behandlung, die das Brechungsgesetz bei Hobbes erfährt. Da macht er die Feststellung, daß beim Übergang in ein dichteres Medium der 'angulus refractus angulo inclinationis major erit'. Wir können diese Wendung nur dadurch mit unserer heutigen Wissenschaft in Einklang bringen, daß wir unter angulus inclinationis die Neigung des einfallenden Strahles gegen die Grenzebene der beiden Medien verstehen und unter angulus refractus die Neigung des gebrochenen Strahles gegen dieselbe Ebene. Die Erklärung dieser

Verhältnisse bei Hobbes gibt uns aber den unzweifelhaften Beweis dafür, daß er eine von unserer heutigen Erkenntnis abweichende Ansicht über die Brechung vertrat. Denn seine Formulierung hat schließlich folgenden Wortlaut (op. lat. I, 308): 'Conatus ita refringetur ille, ut sinus anguli refracti sit ad sinum anguli inclinationis, ut densitas primi medii ad densitatem secundi reciproce sumptam'. Wenn wir auch weder mit der Begründung noch mit der Formulierung des Refraktionsgesetzes bei Hobbes einverstanden sein können, so müssen wir doch der Art, wie er dieses Problem behandelt, eine gewisse Anerkennung zollen. Er argumentiert so: Beim Übergang von einem dünneren in ein dichteres Medium wird die Komponente parallel zur Grenzfläche unverändert bleiben, die dazu senkrechte hingegen erfährt in dem dichteren Mittel eine Abschwächung. So wird der gebrochene Strahl vom Einfallslot abgelenkt. Eine weitere Unklarheit kommt in die Brechungstheorie bei Hobbes dadurch herein, daß nach ihm zwei Momente ausschlaggebend für die Brechung sind. Einmal ist es die Schwere, dann die Härte. E. W. VII, 173: 'And thus you see in what manner, though not in what proportion, hardness and gravity conjoin their resistance in the causing of refraction'. So wird erklärt, warum nicht immer der härtere Körper der stärker brechende ist. Diese Unklarheit wird von Hobbes in der Weise ausgenutzt, daß er die Wirklichkeit immer in einem seiner Theorie angemessenen Lichte zu beleuchten versteht.

Wir wenden uns nun weiteren optischen Fragen zu. Woher rührt z. B. die Undurchsichtigkeit der Körper? Hobbes antwortet darauf: Die Durchsichtigkeit eines Körpers wird dadurch beeinträchtigt, daß er nicht vollkommen homogen ist. Denn Teilchen wechselnder Härte im Körper können durch fortgesetzte Ablenkungen das hindurchgehende Licht ablenken und abschwächen (whereby the action is by an infinite number of reflections to diverted and weakened, that before it hath proceeded trough, it hath not strength left to work upon the eye strongly enough to produce sight). Wir erkennen, daß in diesen Sätzen ein gewisser richtiger Kern enthalten ist, denn wir können darin die Feststellung einer gewissen Art der Absorption des Lichts herauslesen.

Etwas Richtiges ahnt Hobbes auch, wenn er die weiße Oberfläche von Körpern erklärt. Die weiße Farbe rührt daher, daß die Fläche aus einer Unzahl das Licht reflektierender kleiner Elemente besteht. Nach allen Seiten wird so viel Licht reflektiert, als auch sonst zur Hervorbringung des weißen Sonnenlichts in unserem Auge genügt. Schwarze Körper dagegen haben eine solche

Oberfläche, daß kein von einem leuchtenden Objekt kommender Strahl durch Reflexion unser Auge erreichen kann.

Ganz abweichend von unserer heutigen Erkenntnis ist die Vorstellung des Hobbes über die Natur der Farben. Er erklärt die Farben für getrübtes Licht. Er stellt sich vor, daß die Bewegung, die zu den verschiedenen Farbenerscheinungen Veranlassung gibt, eine gestörte ist. Diese Störung der normalen Lichtbewegung kann z. B. dadurch bewirkt werden, daß der Lichtstrahl gezwungen wird, seinen Weg durch ein durchsichtiges Prisma zu nehmen. 'Color autem lux est, sed perturbater nimirum, a motu perturbato generata; ut in coloribus rubro, flavo, caeruleo, et purpureo, qui generantur per interpositionem inter lucidum et illustratum prismatis diaphani, habentis bases oppositas triangulares, manifestum fiet.' Wir erkennen, wieweit Hobbes von unserer Theorie, der Zerlegung des weißen Lichts, der Entstehung des Spektrums entfernt ist. Wir wissen seit Newton, daß gerade die einzelnen Farben das Einfachere gegenüber dem Weißen sind, welches seinerseits erst durch Kombination der einzelnen Farben entsteht. Bei Hobbes liegt die Sache gerade umgekehrt. Da ist das Weiße das Einfachere und Ursprüngliche, durch dessen Veränderung die Farben entstehen. Unser Urteil über diesen Irrtum des Hobbes muß um so milder sein, als er damit in der Geschichte der Optik nicht allein steht. Kein geringerer als Goethe hat eine ähnliche Farbentheorie hartnäckig verfochten. Auch ihm ist das weiße Licht das einfachere, das erst in Wechselwirkung mit dem dunklen die Farben hervorbringt. Im didaktischen Teil seiner Farbenlehre heißt es im Kapitel 50: „Das Licht der Sonne, durch ein auch nur wenig getrübtes Mittel gesehen, erscheint uns gelb. Nimmt die Trübe eines solchen Mittels zu, oder wird seine Tiefe vermehrt, so sehen wir das Licht nach und nach eine gelbrote Farbe annehmen, die sich endlich bis zum Rubinroten steigert". Wie würde Goethe gejubelt haben, Hobbes als Vorläufer seiner Farbenlehre zu entdecken!

Interessant ist nun wieder zu sehen, wie diese Theorie des Hobbes ausreicht, um gewisse Erscheinungen mit Folgerichtigkeit zu erklären. Wie kommt es z. B., daß der aufgehende Mond mehr rot gefärbt erscheint? Nun, die Rotfärbung rührt daher, daß das von ihm ausgehende Licht gestört wird. Und zwar geschieht dies dadurch, daß die vom aufgehenden Mond ausgehenden Lichtstrahlen ihren Weg durch verhältnismäßig unreine Luft nehmen müssen. Die in der Luft suspendierten Teilchen verändern nach Hobbes die normale Lichtbewegung. Uns muß wieder wundernehmen, daß auch hierin wieder ein richtiger

Kern steckt. Denn auch die heutige Physik zieht — allerdings in vollkommen anderer Weise — zur Erklärung dieser Erscheinung die in der Luft schwebenden Staubteilchen heran. Die Erfindungsgabe des Hobbes hat also in der theoretischen Physik neben solchen Gedanken, die uns abenteuerlich erscheinen, auch andere hervorgebracht, die wir als erstaunliche Divinationen bezeichnen müssen.

Die Erklärung der einzelnen Farben bleibt uns Hobbes schuldig. Resigniert bezeichnet er die Lösung dieser Aufgabe als zu wenig aussichtsreich.

Wir wenden uns nun der Lehre von der Wärme zu, wie wir sie bei Hobbes antreffen. Durchaus modern ist da wieder seine Grundüberzeugung, daß die Wärme, ebenso wie das Licht auf Bewegung, auf Schwingungen beruht. Diese Erkenntnis über das Wesen der Wärme finden wir auch andeutungsweise bei William Gilbert, der um 1590 die Wärme als Bewegung eines sehr feinen Äthers deutete. Aber es handelt sich dabei um einen beiläufigen Hinweis bei Gilbert, aus dem wir eine Abhängigkeit des Hobbes von ihm nicht herleiten können, ebensowenig wie von Baco, der ebenfalls im Novum organum eine Bemerkung macht, nach welcher die Wärme als Bewegung der kleinsten Körperteilchen aufgefaßt wird. In beiden Fällen handelt es sich nur um andeutungsweise Äußerungen, während die Hobbessche Wärmetheorie aus dem Ganzen seiner mechanischen Naturauffassung verstanden und gewürdigt sein will. Die Wärmeschwingungen sind nun nach Hobbes nicht identisch mit den Lichtschwingungen; sie sind vielmehr eine andere Art. Op. lat. IV, 328 heißt es: 'Calor non est causa lucis: sed in corporibus multis eadem causa; id est idem motus, est utriusque tum lucis tum caloris'. Durch die Einwirkung der Wärmestrahlung der Sonne auf die Oberfläche der Erde und ebenso des menschlichen Körpers wird ein Ausströmen flüssiger Teilchen hervorgerufen. So erklärt Hobbes das Aufsteigen des Wassers von der Erdoberfläche und das Schwitzen beim Menschen. Wie dieser Prozeß im einzelnen vor sich geht, müssen wir aus folgender Stelle entnehmen: (E. W. VII, 25): 'When therefore this motion of the sun is exercised upon the superficies of the earth, if there do not come outh of the earth itself some corporal substance to supply that tearing of the air, we must return again do the admission of vacuum. If there do, then you see how by this motion fluid bodies are made to exhale out of the earth'. Jede Wärmequelle beruht also nach Hobbes auf dem Schwingen der Teilchen eines Körpers. Wenn darum durch Reibung Wärme erzeugt wird, so muß dadurch ein Schwingen der Teilchen im geriebenen

Körper hervorgebracht werden. Diese Konsequenz zieht auch Hobbes, wenn er als Beispiel anführt, daß zwei aneinandergeriebene Holzstückchen in Hin- und Herbewegung geraten, die sie auf die umgebende Luft übertragen. Durch diese lebhafte Bewegung des Holzes werden zunächst alle luftförmigen, dann alle flüssigen Teilchen herausgetrieben. Wird die Reibungsbewegung noch weiter fortgesetzt, so folgen endlich auch die festen Teilchen in Form von Aschepartikelchen. Woher kommt nun die Erscheinung des Feuers? Wie kommt es, mit anderen Worten, daß dieses Ausströmen der gasförmigen und flüssigen Teilchen und zuletzt der Asche häufig mit einem Lichteindruck für unser Auge verknüpft ist? Hobbes bleibt uns die Antwort darauf nicht schuldig. Durch die der Wärmeentwicklung zugrundeliegende Reibungsbewegung, so führt er aus, lösen sich zuerst die äußeren festen Teilchen ab. Da es aber kein Vakuum geben kann, so rücken notwendigerweise die inneren Teilchen nach, zuerst die luftförmigen, dann die flüssigen, endlich die festen. Schließlich werden auch größere Teilchen ausgesandt. Infolge der Heftigkeit, mit welcher dieses geschieht, wird die Luft in Mitleidenschaft gezogen, so daß Hobbes fortfahren kann: 'whereby the air driven to the eye of the beholder, maketh that fancy which is called light'. Das Feuer also ist nach Hobbes im Grunde ein Bewegungszustand der Luft, der auf unser Auge wirkt.

Mit besonderer Vorliebe hat sich dann Hobbes in der Kalorik noch ausgelassen über die Erscheinungen, die beim Schmelzen und Erstarren in Frage stehen. Recht eigenartig ist da zunächst, was er über den Prozeß des Schmelzens selbst ausführt. „Die härtesten Körper", so sagt er in Anlehnung an seine bereits dargelegte Theorie, „sind diejenigen, deren Teilchen die schnellste Bewegung haben. Und zwar erfolgt diese innere Bewegung in um so kleineren Kreisen, je schneller sie ist. Die Bewegung der Teilchen im Feuer dagegen ist gleichfalls äußerst schnell, aber sie geht in größeren Kreisen vor sich. Wenn daher das Feuer kräftig genug ist, so zwingt es schließlich die Teilchen des festen Körpers, von ihrer ursprünglichen Bewegung abzugehen und sich ihm anzupassen, d. h. die kleineren Kreisbahnen werden vergrößert. Dadurch aber wird der Zusammenhang der Teilchen des Körpers sehr gelockert. Ist endlich die ursprüngliche Eigenbewegung der Teilchen des festen Körpers ganz überwunden, so ist damit auch ihr Zusammenhang aufgehoben: Der Körper ist geschmolzen." Darüber heißt es (E. W. VII, 35): 'And when the motion is so weakened, as that the parts lose their coherence by the force of their own weight, then we count the body melted'.

Wie stellt sich nun wohl Hobbes den umgekehrten Prozeß vor, den Übergang der Flüssigkeiten in den festen Aggregatzustand? Wie erstarren also die Körper? Um darüber Auskunft geben zu können, knüpft er an den Vorgang der künstlichen Eisbereitung an, wobei sich ein mit Wasser gefülltes Gefäß inmitten einer sogen. Kältemischung, also z. B. in einem Gemisch von Schnee und Kochsalz befindet. Während nun, so etwa erklärt Hobbes die Sache, der Schnee schmilzt, gibt er die in ihm enthaltenen luftförmigen Teilchen frei. Sie werden abgestoßen und bestreichen dabei die Oberfläche des inneren Gefäßes. Dieses innere Gefäß ist also einem Luftzuge ausgesetzt. Wie nun draußen in der Natur durch den Wind Flüsse und Teiche zum Gefrieren gebracht werden, so wirkt der vom Schmelzen des Schnees herrührende Luftdruck durch die Wandungen des Gefäßes hindurch auf das im Inneren befindliche Wasser. Durch diesen Druck aber wird das Wasser allmählich immer härter und härter, bis es zu Eis erstarrt ist. Im allgemeinen nun äußert sich ein wirkender Druck nach Hobbes dadurch, daß er den Körper, auf den er einwirkt, zusammenpreßt. Sonach sollten wir auch erwarten, daß das Wasser sich beim Erstarren zusammenziehen müßte. Dem ist aber gerade umgekehrt, wie wir wissen. Aber Hobbes gibt diese Tatsache nicht zu, ebensowenig wie die von Zeitgenossen herrührende Erklärung dieses Phänomens, die da annahmen, daß sich beim Erstarren Luftteilchen einschleichen. Hobbes gibt nur zu, daß das Eis leichter ist als Wasser. Diese Tatsache sucht er auf folgende originelle Weise zu begründen. Dasjenige, so argumentiert er, was die Bewegung eines Körpers nach dem Mittelpunkt der Erde hin abschwächt, kann nichts anderes sein als eine dieser Abwärtsbewegung entgegengesetzte Aufwärtsbewegung. Diese Aufwärtsbewegung führt nun Hobbes in sehr naiver Form auf den zum Gefrieren erforderlichen Wind zurück, der die gefrorenen Wasserteilchen etwas trägt. Bei der künstlichen Eisbereitung, wo nach Beimischung von Salz zunächst der Schnee zum Schmelzen kommt, entsteht der nach Hobbes erforderliche Wind dadurch, daß die im Schnee und im beigemischten Salz enthaltene Luft schnell entweicht. Dadurch wird wiederum das entstehende Eis leichter. Durchaus modern ist Hobbes' Grundansicht über das eigentliche Wesen der Wärme. Wie das Licht so beruht auch die Wärme auf Bewegung, und zwar auf der Bewegung der kleinsten Teile eines Körpers, auf Schwingungen, wie wir heute sagen. Nun aber erklärt Hobbes das Gefrieren, wie wir soeben sahen, als die Folge eines heftigen Windes. Wind aber ist Luftbewegung. Bewegung also erzeugt

das eine Mal Wärme, das andere Mal Kälte. Es scheint also die Auffassung des Hobbes insofern eine widerspruchsvolle zu sein. Das empfindet er selbst und sucht diesen Zwiespalt zu lösen, indem er beide Bewegungen streng voneinander scheidet. Die der Wärme zugrunde liegende Bewegung ist eine unsichtbare Schwingungsbewegung. Der das Gefrieren bewirkende Wind hingegen ist eine direkte, geradlinige, fortschreitende Luftbewegung. Hobbes exemplifiziert diese Unterscheidung an der Tatsache, daß die langsam unserem Munde entströmende Luft warm ist, dagegen die gewaltsam und schnell ausgestoßene kalt. Um die darin bekundete Art seines bisweilen sehr naiven Denkens zu kennzeichnen, setzen wir die betreffende Stelle in ihrem Wortlaut hierher (op. lat. I, 380): 'Tum ergo hiante ore halitus molliter emittitur, praevalet motus ille simplex calorificus, et proinde sentitur calor. Sed quando ore compresso halitus efflatur, praevalet motus directus, itaque sentimus frigus. Motus enim sive halitus sive aeris directus, ventus est; ventus autem omnis aut frigefacit, aut calorem, qui ante erat, minuit'. Wir versagen es uns, die Ausstellungen anzugeben, die eine vom modernen naturwissenschaftlichen Standpunkt unternommene Kritik an diesen Ausführungen zu machen hätte. Wir müssen überhaupt unseren Philosophen historisch beurteilen. Wir begnügen uns gerade angesichts seiner obigen Ausführungen auf den Gegensatz aufmerksam zu machen, der durchgehends besteht zwischen den allgemeinen theoretischen physikalischen Ansichten des Hobbes, die bisweilen modern anmuten und manchmal geradezu großzügig für den damaligen Stand des Wissens zu nennen sind, und seinen naturwissenschaftlichen Einzeltheorien, die selbst für seine Zeit, die einen Baco, Kepler, Galilei, Harvey sah, als rückständig zu bezeichnen sind.

In verhältnismäßig großer Ausführlichkeit hat sich Hobbes über Fragen der Mechanik, ebenso der Optik und Kalorik geäußert. Ebenso wie in unseren heutigen Physikbüchern sind die nun noch ausstehenden Kapitel über Akustik und Magnetik im Vergleich ziemlich kurz gehalten. Ein Kapitel aber, das in der heutigen Physik wegen der Mannigfaltigkeit der darunter fallenden Erscheinungen, wegen der Bedeutsamkeit seiner theoretischen Folgerungen und nicht zuletzt wegen der praktischen Anwendungen zum umfassendsten ausgewachsen ist, fehlt bei Hobbes noch ganz. Es ist die Lehre von der Elektrizität, deren grundlegende Entdeckungen zum Teil gerade in die Zeit des Hobbes fallen. Hatte doch im Jahre 1600 W. Gilbert gerade seine Fundamentalversuche über die Anziehungskraft des Bernsteins gemacht und als Erscheinungen einer besonderen Kraft,

der elektrischen Kraft gedeutet. Hobbes scheint die Experimente Gilberts nicht gekannt oder mindestens nicht ihre Bedeutung erkannt zu haben. Es wäre gewiß interessant gewesen, zu verfolgen, wie Hobbes alle die vielen elektrischen Erscheinungen in sein mechanisches System eingeordnet haben würde.

Wir greifen nun zunächst aus seiner Akustik dasjenige heraus, was vom heutigen Standpunkt aus besonderes Interesse beansprucht. Auch hier bleibt Hobbes seiner mechanischen Grundauffassung treu, und dadurch erhalten seine Ausführungen über den Schall einen modernen Anstrich. Zunächst seine Definition des Schalls! Op. lat. I, 395: 'Sonus est sensio generata a medii moti in aurem reliquumque audiendi sensorium actione'. Und den subjektiven Charakter der Gehörsempfindung hebt Hobbes hervor, wenn er fortfährt: 'Motus autem medii ipse sonus non est, sed causa ejus; nam phantasma, id est, reactio sensorii, proprie dicendus sonus est'. Sehr bemerkenswert ist das, was Hobbes über den Unterschied der dem Licht und auf der anderen Seite dem Schall zugrunde liegenden Bewegung auszusagen weiß. Die Gefühlsempfindung, so führt er aus, beruht auf einem Druck, dessen Wesen nach Hobbes ein conatus ist. Ein solcher conatus ist nun aber keine sichtbare wirklich fortschreitende Bewegung einzelner Teilchen des Mediums, sondern nur der Druckzustand breitet sich aus, indem er immer von einem Teilchen auf das Nachbarteilchen übertragen wird. Demgegenüber heißt es vom Ton (op. lat. I, 396): At medii motus, ex quo creatur sonus, percussio est; auris enim tympanum, quod organum audiendi primum est, in auditione percutitur. Concusso tympano concutitur etiam meninx tenera (pia mater), et in ipsam insertae arteriae, et sic propagata actione ad ipsum cor, a reactione cordis fit phantasma, quem sonum dicimus, et propterea quod reactio extrorsum tendit, putamus esse extra'. Der Sinn dieser Ausführungen, sofern sie einen Unterschied gegenüber der Lichtbewegung behaupten, kann nur der sein, daß die Lichtbewegung eine unsichtbare feine Schwingungsbewegung, die Schallbewegung eine grobe und dem bloßen Auge sichtbare ist. Zugleich erfahren wir aus der angeführten Stelle, wie es zugeht, daß wir die Ursache unserer Sinnesempfindungen, die ihrerseits doch vollkommen subjektiven Charakter tragen, in die Außenwelt verlegen: weil das Wesen der Sinnesempfindungen in einer Reaktion beruht. War also die den sinnlichen Eindruck veranlassende Bewegung von außen nach innen gerichtet gewesen, so hat die das Phantasma eigentlich ausmachende Reaktion die umgekehrte Richtung: sie weist nach außen. Der Punkt nämlich, bis zu dem alle von außen eindringende Bewegung fortschreiten kann, ist das Zentralorgan,

das Herz. Darüber hinaus gibt es keine weitere Fortsetzung. Gleichsam wie an einem elastischen Körper werden nun vom Herzen die es erreichenden Bewegungen zurückgeworfen. Sie nehmen so denselben Weg rückwärts, auf welchem sie zum Herzen gelangten. Wir übergehen nun allzu nebensächliche Einzelheiten der Akustik des Hobbes, wie z. B. seine Erklärung der Wirkungen beim Sprachrohr und Hörrohr, und wenden uns gleich seinen bemerkenswerten Ausführungen über die Höhenlage der musikalischen Töne zu. Wie kommt es, daß ein Ton hoch, ein anderer tief ist? Das ist die Frage, an deren Beantwortung die ganze Bedeutung des Hobbes für die Akustik gemessen werden muß. Da können wir nun dem Philosophen unsere bewundernde Anerkennung nicht versagen, wenn er klar und deutlich folgende These aufstellt. (op. lat. 397, 26): Quod corporum percussorum aliud graviorem, aliud acutiorem sonum efficit, in causa esse potest differentia temporum, in quibus temporibus partes percussae locisque suis pulsae ad eadem loca rursus redeunt'. Wenn wir dabei acutus durch hoch und gravis durch tief übersetzen und zugleich die heutige Terminologie der Physik anwenden, so kommen wir zu dem Fundamentalsatz der heutigen Akustik: Die Höhenlage eines musikalischen Tones ist abhängig von der Schwingungszahl des tönenden Körpers. Und wenn Hobbes fortfährt: 'Nam partium motarum in corporibus aliis quidem cita, in aliis tarda est, restitutio', so würde das in der heutigen Physik mit den Worten ausgedrückt werden: Alle Körper haben nämlich eine Eigenschwingung. In demselben Takte wie der tönende Körper seine Schwingungen ausführt, erfolgen nun auch Mitschwingungen in unserem Gehörapparat. Hobbes drückt letzteres so aus: 'Unde etiam fit, ut partes organi a medio motae modo citius, modo tardius conquiescant'. Und nun folgt ein Vergleich, aus dem hervorgeht, daß Hobbes für die Schwingungen eines hohen Tones eine feinere Struktur in Anspruch nimmt. 'Quanto autem frequentiores sunt percussiones sive itus et reditus partium tanto tempore eodem sonus totus ab unico pulsu genitus ex pluribus et proinde minutioribus constat partibus. Quod enim in sono acutum, id in materia subtile est; utpote quae ambo, sonus acutus, inquam, et materia subtilis ex partibus minutissimus, hic temporis, illa materiae constituuntur.' Im ganzen werden wir angesichts dieser Auseinandersetzungen zu dem Ergebnis geführt, daß die akustischen Ansichten des Hobbes im wesentlichen noch heute ihre Gültigkeit haben. Ebenso lassen sich gegen Einzelheiten der Formulierung der akustischen Gesetze bei Hobbes nur wenig Einwendungen machen. Das Wesen des Schalls, seine Entstehung,

Ausbreitung und seine Wirkung auf das Gehörsorgan sind von Hobbes mit aller erwünschten Deutlichkeit hervorgehoben worden.

Eine kurze Darstellung hat endlich auch noch die Lehre über Magnetismus bei Hobbes gefunden. Auch hier springen weniger die einzelnen magnetischen Erscheinungen ins Auge, die dem Hobbes bereits bekannt sind, als vielmehr die großzügige Art, wie er das Wesen der magnetischen Anziehung aufzuzeigen sucht. Insbesondere fesselt uns der Gedankengang, durch den er wie alle anderen physikalischen Erscheinungen so auch die magnetischen Phänomene als Nahewirkungen zu erklären unternimmt. Die Ursache der magnetischen Anziehung — Hobbes spricht das wiederholt aus — ist die gleiche, die auch den fallenden Stein zur Erde treibt. Ihm ist also die magnetische Anziehung ein besonderer Fall der allgemeinen Gravitation. Wir sehen, wie Hobbes in diesem Gedankengang der wissenschaftlichen Kleinarbeit wieder vorausgeeilt ist. Ihn kümmert es nicht, ob die Theorie experimentell hinreichend begründet ist, wenn er nur ein geistvolles Aperçu geben kann. In künstlichen Magneten und in dem natürlich vorkommenden Magneteisenstein ist dieselbe Kraft wirksam. Und zwar besteht sie in einer unsichtbaren Bewegung der kleinsten Teilchen; sie befähigt den Magneten, Eisenteile anzuziehen. Der Vorgang ist ganz analog der Anziehung der Körper durch die Erde. Durch die Luft breitet sich die Schwingungsbewegung bis zu dem Eisenstück vom Magneten aus fort. Der Mechanismus, der bei dieser Anziehung in Frage kommt, ist wortgetreu aus den Ausführungen über die Gravitation zu entnehmen. Op. lat. I, 437 finden wir das Ergebnis der Ausführungen des Hobbes über den Magnetismus in folgenden Worten zusammengefaßt: 'Certum ergo est, vim magnetis tracticem aliam non esse, quam partium minutissimarum magnetis motum aliquem'. Und ausdrücklich charakterisiert er die Art dieser inneren Bewegungen als kleine Schwingungen (reciprocal motion — motum reciprocum). Wie kommt es nun, daß von einem Magneten nur Körper ganz besonderer Natur, z. B. Eisenteile, angezogen werden? Darüber erhalten wir bei Hobbes ausführliche Auskunft. Wenn die Schwingungen aller Körper in gleichem Rhythmus erfolgten, so müßte nach seiner Meinung bei allen Körpern die Anziehungskraft in gleichem Maße anzutreffen sein. Das ist schon bei der Anziehung durch die Erde nicht der Fall, die nach den Polen hin sich mehr und mehr ändert. Schwingungen ganz besonderer Art werden nun von einem Magneten ausgeführt. Ganz ähnliche Schwingungen finden nach Hobbes im angezogenen Eisen statt. Op. lat. IV, 357

heißt es: 'Itaque si ferri natura cum natura magnetis ita conveniat, ut motum similem ejus qui est in magnete, facile recipiat, eo modo quo lyrae chorda recipit motum alterius chordae similiter tensae'. Hier tritt unvermittelt ein von der soeben skizzierten Auffassung abweichendes Bild der magnetischen Anziehung zutage: solche Körper ziehen einander besonders lebhaft an, die nahezu oder völlig übereinstimmende Schwingungszahl haben. Hobbes deutet also — so drücken wir es in unserer heutigen Terminologie aus — die magnetische Anziehung als ein Resonanzphänomen. Wie kommt es, daß zwei in gleichem Takte schwingende Körper einander anziehen, um sich schließlich zu vereinigen? Das setzt unser Philosoph so auseinander: 'And from hence it will follow, that the intermediate air between the stone and the iron will by little and little be thrust away; and the air being thrust away, the bodies of the loadstone (Magnetstein) and the iron will necessarily come together'. Man sollte meinen, daß solche von Phantasterei überwucherten Theorien an den Tatsachen der Erfahrung alsbald hätten scheitern müssen. Aber nie kommt Hobbes in Verlegenheit, wenn es sich darum handelt, sich damit abzufinden, und nie ist er um eine Erklärung verlegen. Das zeigt sich auch hier wieder, wo Hobbes die Einstellung der Magnetnadel in den Meridian als Korollar seiner Theorie aufzuzeigen hat. Zwar kann man wohl füglich behaupten, daß die Art dieser Herleitung aus seiner Theorie einer Kritik nicht standhalten kann. Denn was Hobbes hier vorzubringen weiß, verdient in unseren Augen kaum als ein Scheinbeweis bezeichnet zu werden. Es handelt sich dabei um folgendes: Die Schwingungen eines natürlichen Magnetsteins erfolgen parallel zur Richtung der Erdachse. Jahrtausende hindurch hat ein solcher Magnetstein im Schoß der Erde geruht und hat dabei ständig an der täglichen Drehung der Erde teilgenommen. Diese Drehung ist ihm dadurch eine feste Gewohnheit (habit) geworden. Sobald nun ein solcher Stein in eine andere Lage gebracht wird und seine Schwingungen nicht mehr parallel zur Erdachse erfolgen, tritt diese Gewohnheit in Aktion, und dementsprechend sucht der Körper die frühere parallele Lage wieder einzunehmen. Diese Erklärung der magnetischen Einstellung erscheint uns natürlich im höchsten Grade naiv. Physikalisch interessant daran ist vielleicht, daß dabei dem Hobbes vermutlich die Konstanz der Drehungsachse drehender Körper wie beim Kreisel vorgeschwebt haben mag. Wenn er von einer Drehungsbewegung senkrecht zur magnetischen Achse redet, so sind wir Modernen fast geneigt, darin einen vorahnenden Anklang an die uns heute wohlbekannten Erscheinungen des Elektromagnetismus zu erblicken.

Damit haben wir nun im wesentlichen die rein physikalischen Ansichten des Hobbes erschöpft. Es verlohnt sich vielleicht noch auf eine Anwendung der Physik einzugehen, die Hobbes besonders ausführlich behandelt hat. Es ist das Gebiet der Meteorologie. Wir gehen darauf kurz ein, zumal sich dabei die ganze für Hobbes' naturwissenschaftliches Denken charakteristische Art noch einmal so recht deutlich zeigt. Wenn große Physiker das Ziel der physikalischen Betrachtung darin erblicken, alles auf mechanische Weise und dazu möglichst einfach zu erklären, so darf man Hobbes getrost einen Vertreter der gleichen wissenschaftlichen Grundtendenz nennen. Was wir aber an seinen physikalischen Abbildern der Natur auszusetzen haben, ist dieses, daß sie zu naiv und roh geraten sind, um alle Details der Wirklichkeit getreu wiedergeben zu können. Wenn das von seiner gesamten Physik gilt, so gilt es in besonders hohem Maße von seinen meteorologischen Ausführungen. Um gleich einmal die wichtigste atmosphärische Erscheinung herauszugreifen, so entsteht nach Hobbes der Regen auf folgende Weise: Die von der Sonne ausgehende Bewegung trifft auf die Erdoberfläche und bewirkt ein Aufsteigen von Wasserdämpfen von der Erde. Durch das Zusammenballen der letzteren bilden sich mehr oder minder dichte Wolken. Durch eine allzu dicke Wolkenschicht vermag die Sonne nicht mehr zu wirken. Damit ist die Kraft, welche die Teilchen zum Steigen brachte und sie dann in der Schwebe hielt, unterbunden. Auf die unteren Teile der Wolke wird jetzt also in unverminderter Stärke die Schwere einwirken. Es bilden sich Tropfen, die als Regen zur Erde fallen.

Die Zusammensetzung der Luft dachte sich Hobbes in der Weise, daß sie zunächst aus Äther besteht, der keine Eigenbewegung hat, und zweitens aus einer Menge fester Atome, die sich in diesem Äthermeer mit großer Geschwindigkeit bewegen. Unter dieser Voraussetzung nun sucht er die Erscheinung des Gewitters zu erklären. Durch das Zusammentreffen der Wolken werden die in der eingeschlossenen Luft enthaltenen festen Atome gewaltsam gegeneinander geschleudert. Plötzlich auf einen so engen Raum zusammengedrängt, werden sie in ihrer Eigenbewegung erheblich gestört. Sie haben daher das Streben, einen größeren Raum einzunehmen. Sie durchbrechen daher die Höhlungen der Wolken, die infolge der starken Windbewegung zu Eis erstarrt sind. Dieser gewaltsame Durchbruch erschüttert natürlich auch die benachbarte Luft, und so entsteht der Donner. Die Erschütterung wird durch Vermittlung der Luft auch auf unser Auge übertragen und löst hier eine Lichtempfindung aus,

die wir den Blitz nennen. Merkwürdig ist, daß nach dieser Darstellung der Blitz als Folgeerscheinung des Donners erscheint.

Eine gleiche Umkehrung von Ursache und Wirkung liegt vor, wenn Hobbes die Entstehung des Windes zurückführt auf die Bewegung der Wolken. Davon entwirft er ungefähr folgendes Bild: Infolge ihrer Schwere sinken die Wolken nach unten; dabei aber treiben sie notgedrungen eine Menge Luft vor sich her, nieder zur Erdoberfläche. An der Erdkruste wird dieses Luftquantum zurückgeworfen. Die Luft entweicht nach irgendeiner Richtung seitlich und gibt so Veranlassung zu einem Winde, der seinerseits wieder Wolken vor sich hertreiben und so zu neuen Winden Veranlassung geben kann. Die Theorie der Winde ist übrigens eins der wenigen physikalischen Kapitel, die auch von Baco nicht bloß angedeutet, sondern wirklich ausgeführt worden sind.

Diese wenigen Beispiele aus der Meteorologie zeigen, daß es auch hier dem Hobbes nur darauf ankommt, ein Bild des Mechanismus der atmosphärischen Erscheinungen zu geben, unbekümmert um die Richtigkeit desselben, unbekümmert um Schwierigkeiten, die ihm bei den einfachsten Fragen an seine Theorie hätten erstehen müssen. Aber wir müssen dabei gerade die Konsequenz bewundern, mit der Hobbes alle Erscheinungen aus der alles umfassenden mechanischen Schwingungstheorie herleitet.

Wir wenden uns nun noch einigen besonderen Fragen bei Hobbes zu, die dem Gebiet der Chemie angehören. Es handelt sich dabei vor allem um den Verbrennungsprozeß. Die chemische Wissenschaft ist verhältnismäßig jung, und wir dürfen natürlich bei Hobbes keine Theorie des Verbrennens erwarten, die auch nur im entferntesten an unsere heutige Einsicht in diesen Prozeß erinnert. Die Flammen, so führt Hobbes aus, sind nichts als eine große Menge Funken. Funken aber sind nur Atome des Brennstoffs, die mit großer Geschwindigkeit aus dem brennenden Körper herausfliegen. Infolgedessen scheint auch jeder Funken unendlich viel größer zu sein, als er in Wirklichkeit ist. Auch die Funken, die der angeschlagene Flintstein gibt, sind nichts als kleine Steinteilchen, die infolge ihrer schnellen Bewegung scheinen, d. h. durch Wirkung auf unser Auge Lichtempfindungen auslösen. Die Ansicht, daß das Feuer ein besonderer Stoff oder ein besonderes Element sei, betrachtet Hobbes als widerlegt angesichts der Tatsache, daß Sonnenstrahlen auch dann noch ihre zündende Kraft besitzen, wenn sie durch eine Wasserkugel hindurchgegangen sind. Wenn nun die Strahlen aus einem besonderem Feuerstoff beständen, so hätten sie bei ihrem Durch-

gang durch das Wasser doch ausgelöscht werden müssen. Feuer ist ihm irgendwelche Materie, solange sie Licht- und Wärmestrahlen aussendet. Die Flammenhöhe ist abhängig von der Menge ausfliegender Teilchen. Fliegt der Äther auch mit heraus, so ist die Bewegung und damit die Flamme um so lebhafter. Einige Körper werden durch die Wirkung der Flamme gleichfalls zum Verbrennen gebracht, auf andere wiederum tritt durch den Einfluß der Flamme ein Schmelzen des Stoffes ein. Auch diesen Vorgang unternimmt Hobbes zu erklären. Die Bewegung der Teilchen, die das Wesen der Flamme ausmacht, wird auf schmelzbare Körper, zwar nicht in gleicher Stärke übertragen, 'yet there will be in the parts an endeavour to simple motion: by which the whole body will either be melted, or, which is a degree of melting, softened'. Demgegenüber macht nun Hobbes die Feststellung, daß die Wirkung des Feuers auf andere Körper gerade entgegengesetzter Natur sein kann. Manche nämlich werden durch die Wirkung des Feuers härter. Solche Stoffe enthalten zwischen ihren harten Teilchen ätherische und wässerige Teilchen eingeschlossen. Diese werden durch das Feuer gerade ausgetrieben. Der Körper erhält dadurch eine festere Konsistenz, er wird härter. Daher fragt Hobbes (op. lat. I, 371): 'Quae cauca esse potest, cur eodem igne alia liquefiunt, alia indurescunt'. Ähnlich ist auch die Erklärung der Selbstentzündung des Heus bei Hobbes. In der dem Heu beigemengten Luft sind kleine Teilchen in Bewegung. Diese durchdringen die Feuchtigkeit, die sich ihrerseits senkt. Die Teilchen geraten dabei aneinander; die Bewegung wird immer lebhafter. Dadurch werden zuerst die Wasserteilchen aus dem Heu ausgetrieben; es dampft infolgedessen. Nach und nach folgen auch Teilchen des Heus nach. Von ihnen heißt es dann: 'they grow hot and shine'. So also erklärt Hobbes die Selbstentzündung des Heus. Einem ungebildeten Bauern, dem man heute diese Theorie vortragen würde, könnte sie in all ihrer Unklarheit wohl genügen. In ihr offenbart sich populäre Denkweise, es fehlt ihr der Hauch wissenschaftlicher Kritik.

An einer anderen Stelle spricht sich Hobbes einmal aus über die chemisch gleichfalls hochwichtige Frage der Stoffveränderung. Alle Veränderungen, die mit Körpern in stofflicher Beziehung vor sich gehen, sind nach ihm nichts anderes als Vermischungen oder Trennungen der kleinsten Stoffteilchen. Diese letzteren behalten selbst ihre ursprünglichen physikalischen Eigenschaften bei, wie z. B. die Durchsichtigkeit. Gelegentlich der Beschreibung der Glasfabrikation z. B. macht Hobbes die Anmerkung, daß diese Tatsache 'doth not prove, that one and

the same body of not transparent can be made transparent'. Natürlich muß er, wie er das in der Tat macht, von diesem seinem Standpunkt aus auch die Möglichkeit der künstlichen Herstellung von Gold aus anderen Stoffen in Abrede stellen. Hobbes hat demnach also schon das Gesetz der Erhaltung des Stoffes vertreten.

Ehe wir unsere Ausführungen über die naturwissenschaftlichen Ansichten bei Hobbes abschließen dürfen, müssen wir noch auf einige seiner Gedanken hinweisen, die medizinische und biologische Fragen betreffen. Da ist zunächst eine Äußerung zu verzeichnen, welche für die Übertragung von Krankheiten gewisse Insekten verantwortlich macht, die in unser Blut Maden einführen. Des Interesses wegen, das diesen Gedanken gerade vom allerjüngsten medizinischen Standpunkt entgegengebracht werden muß, mag die darauf bezügliche Stelle in ihrem Wortlaut hier eingerückt werden. 'It must therefore by a fly, whereof great numbers get into the blood, and there feeding and breeding worms, obstruct the circulation of blood, and kill the man'. Unsere heutige medizinische Wissenschaft kennt in der Tat solche Krankheiten, besonders tropische, die durch gewisse Fliegenarten verbreitet werden und deren Wesen darin besteht, daß durch den Einfluß gewisser Kleinlebewesen dabei das Blut vergiftet wird. Hobbes denkt zwar nicht an eine Vergiftung in unserem heutigen Sinne, sondern getreu seinem Grundstandpunkt nimmt er an, daß es sich um eine durch Maden bewirkte mechanische Unterbrechung des Blutkreislaufs handelt.

Außer mit dieser Theorie der Krankheitsinfektion ist Hobbes auch sonst noch mit Gedanken hervorgetreten, die noch immer in der biologischen Wissenschaft im Brennpunkt der Diskussion stehen. Insbesondere verdienen da einige Punkte Beachtung, die im Für und Wider der Entwicklungsgeschichte der organischen Natur eine gewichtige Rolle spielen. Da wird z. B. von ihm der Aristotelische Gedanke einer Generatio aequivoca diskutiert. Sehr plausibel erscheint dem Hobbes, daß die Erde selbsttätig die auf ihr lebenden Geschöpfe hervorgebracht hat. Sie hatte ehemals eine weiche Oberfläche und gewissermaßen Atem in sich. Infolge der von der Sonne herrührenden Bewegung bildeten sich nun auf der Erdoberfläche blasenförmige Erhöhungen (blisters); sie öffneten sich nach einiger Zeit und brachten Eier aller möglichen Tiergattungen hervor. Ganz nach der Art, wie es vielleicht noch heute Darwinisten tun, sucht nun Hobbes diese seine Theorie der Entstehung der organischen Welt in Einklang zu bringen mit der Schöpfertätigkeit Gottes, wie sie im Bericht der Genesis beschrieben wird. E. W. VII, 176

heißt es: 'So that it is evident that God gave unto the earth that virtue. Which virtue must needs consist in motion, because all generation is motion'. Der Schöpfer der Welt, so lautet das mechanische Glaubensbekenntnis unseres Philosophen, ist ihr erster Beweger gewesen. Die ihr einstmals mitgeteilte Bewegung kann möglicherweise die Erde befähigen, selbst heute noch Lebewesen hervorzubringen (E. W. VII, 176): 'And it may be the earth may yet produce some very small living creatures'.

Wenn wir nun am Schluß das Fazit in der Beurteilung der naturwissenschaftlichen Ansichten bei Hobbes ziehen, so können wir uns dahin äußern, daß er ein durchaus selbständiger Denker ist, der auf eigene Art die von anderen entdeckten Tatsachen durchdacht und verarbeitet hat. Seine Hauptstärke liegt unstreitig in der genialen Konzeption allgemeiner Theorien. Er ist recht eigentlich theoretischer Physiker. Und darin besteht auch sein Gegensatz zu Baco. Seine Beiträge im einzelnen dagegen sind vielfach recht unkritisch gehalten. Sie sind manchmal eigenartig und werden eigensinnig festgehalten, selbst wo gewichtige Tatsachen und Einwände dagegen sprechen. Über seine Stellung zu Baco ist folgendes zu sagen: Baco, den er nur einigemal und ganz beiläufig erwähnt, ist nicht etwa der Meister einer Schule gewesen, aus der als erster Hobbes hervorgegangen ist. Goethe sucht uns im historischen Teil seiner Farbenlehre zu erklären, wie das wohl zugegangen sein mag: „Da er (cf. Baco) übrigens die Menschen an die Erfahrung hinwies, so gerieten die sich selbst überlassenen ins Weite, in eine grenzenlose Empirie . . . Schien durch die Verulamische Zerstreuungsmethode die Naturwissenschaft auf ewig zersplittert, so ward sie durch Galilei sogleich wieder zur Sammlung gebracht . . .: er zeigte, daß dem Genie ein Fall für tausend gelte, indem er sich aus schwingenden Kirchenlampen die Lehre des Pendels und des Falles der Körper entwickelte".

Nun, es kann nicht zweifelhaft sein, in welche Rubrik der Goetheschen Klassifikation Hobbes gehört. Er ist kein Zersplitterer der Naturwissenschaften, sondern ein Sammler derselben. Er sammelt alle Naturerscheinungen in Theorien, und alle Theorien sammelt er in die alle umfassende Grundtheorie eines durchgehenden Mechanismus der Natur. Die Naturwissenschaft des Hobbes ist sonach nicht baconisch, sondern galileiisch.

Im Gebiet des naturwissenschaftlichen Denkens trat uns die Doppelnatur des Hobbes entgegen: er war groß in der genialen Konzeption allgemeiner Theorien, wie er schwach war in der Detailforschung. Dasselbe wiederholt sich mutatis mutandis auch auf mathematischem Gebiet. Auch hier sind seine allgemeinen

Gedanken von bleibendem Wert, hinter welchem seine Leistungen im Kleinbetrieb der eigentlich wissenschaftlichen Forschung ganz erheblich zurückstehen. Seine Ausführungen z. B. über den wissenschaftlichen Charakter der Mathematik verraten eine tiefere Einsicht, die in seinem Zeitalter einzig dasteht. Von seinen Beiträgen aber für den eigentlich wissenschaftlichen Fortschritt der Mathematik kann getrost gesagt werden: Was neu ist, ist nicht gut, und was gut ist, ist nicht neu.

Wenn wir nun der Aufgabe gerecht werden wollen, die Bedeutung des Hobbes für die Entwicklung des mathematischen Denkens darzutun, so werden uns insbesondere seine scharfsinnig durchdachten Ausführungen über die wissenschaftliche Eigenart der Mathematik, über ihren Unterschied von den Naturwissenschaften, über das Verhältnis von Geometrie und Arithmetik zu beschäftigen haben. Im übrigen wird sich, abgesehen von der kritischen Durchsicht einiger wichtigen mathematischen Begriffe bei Hobbes, unsere Darstellung des mathematischen Lehrgebäudes bei Hobbes auf eine kurze Inventuraufnahme beschränken.

Die Mathematik, so ergibt es sich nach dem Wortlaut ihrer Definition bei Hobbes, hat es mit Größen zu tun. Op. lat. V, 153: 'Sciendum ergo est, materiam quam tractant scientiae mathematicae esse omne id quod habet magnitudinem, id est, quicquid de quo quaeri potest quantum sit'. Punkte, Linien, Flächen und dreidimensionale Körper bezeichnen daher zunächst die Objekte der mathematischen Betrachtung, dann aber im weiteren Gefolge alle Größen, die durch die Länge einer Strecke dargestellt werden können. 'Pertinet etiam ad mathematicam motus, tempus, vis, pondus: nam et horum alterum altero majus vel minus esse dici potest'. Es ist merkwürdig für die Auffassung und Abgrenzung der Mathematik, daß sich ihr Gebiet wesentlich mit dem Gebiet der Geometrie bei Hobbes deckt. Die Welt der Zahlen und des Rechnens, die seitdem gerade eine erstaunliche Entwicklung der Mathematik gezeitigt hat, ist für Hobbes ein Nebending. Denn ganz nebenbei bemerkt er am Schluß seiner Ausführungen über die Domäne der mathematischen Wissenschaft (op. lat. V, 154): 'Etiam numerus ad mathematicam pertinet'. Aber nur insofern kann nach Hobbes die Zahl überhaupt Gegenstand der Mathematik sein, als sie durch eine Strecke darstellbar ist. Unter den weiteren Bemerkungen des Hobbes über die Mathematik ist hervorzuheben diejenige, welche die Kenntnis der Geometrie als Vorbedingung für ein erfolgreiches Arbeiten im Gebiet der Naturwissenschaften bezeichnet. 'And therefore, they that study natural philosophy, study in vain, except they begin at geometry; and such writers or disputers thereof, as ar

ignorant of geometry, do but make their readers and hearers lose their time'. Diesen Gedanken hat auch schon Baco geäußert. So z. B. bezeichnet er im Novum organum (II, 8) die Mathematik als Hilfsmittel der Physik: 'Optime autem cedit inquisitio naturalis, quando physicum terminatus in mathematico'. Baco selbst zwar hat diesen guten Rat niemals in die Tat umgesetzt. Es ergibt sich jedenfalls, daß Hobbes die Mathematik nicht so sehr um ihrer selbst willen betrieben wissen will, als vielmehr deshalb, weil sie für andere Wissenszweige eine unentbehrliche Hilfswissenschaft darstellt. Er treibt also nicht reine Mathematik, sondern angewandte Mathematik, um zwei heute üblich gewordene Ausdrücke zu gebrauchen. Erklärt er doch an anderer Stelle geradezu: 'geometriam artem ipsam esse navigandi, aedificandi, pingendi, computendi, et denique (scientiae omnium nobilissimae) physicae matrem'. Eben wegen dieser Anwendbarkeit der Mathematik auf andere Wissensgebiete, als welche für Hobbes neben der Physik auch Ethik und Politik in Frage kommen, ist auch in diesen Disziplinen die gleiche wissenschaftliche Sicherheit und Strenge möglich; und insofern kann die Mathematik auch für sich keine Ausnahmestellung beanspruchen. Denn nur die strenge Methode des Beweisens gibt dem Gebäude der mathematischen Wissenschaft die anerkannte Festigkeit. 'Certitudo scientiarum omnium aequalis est. Physica, ethice, politica, si bene demonstratae essent, non minus certae essent quam pronunciata mathematica: sicut nec mathematica scientiis aliis certior esset, nisi recte demonstrarentur ea quae pronunciat'. Gerade auf die wissenschaftliche Methode der Mathematik geht das Interesse des Hobbes. So sagt Robertson von seiner Beschäftigung mit der Mathematik: 'The manner of reasoning, still more than the matter fastened his attention'. In direktem Gegensatz zu der Auffassung, die hierin Ausdruck gefunden hat, hebt Hobbes an anderer Stelle wieder das Unterscheidende der Mathematik gegenüber anderen Wissenschaften hervor, welches er in einem festen Bestande grundlegender Prinzipien findet, wie sie weder Politik noch Ethik aufzuweisen haben. Op. lat. V, 5 heißt es darüber: 'Praeterea habet mathematica certa quaedam et indubitata demonstrandi principia, qualia sunt definitiones, axiomata, petitiones; quae non habet politica neque ethica, neque etiam physica'. Mit allem Nachdruck wendet sich Hobbes in einer Streitschrift kontra Wallis gegen eine Unterscheidung von reiner und angewandter Mathematik. Er macht darauf aufmerksam, daß die Mathematik sich nur beschäftigt mit Größen, die in der Wirklichkeit gegeben sind. Eine solche Betrachtung räumlicher Beziehungen, die sich nicht

an reale, wirkliche Dinge hält, gibt es nach ihm nicht. Voll Ironie sagt er seinem literarischen Gegner: 'Mirum ne et calceamentaria mathematicis mixtis annumeranda sit, quia metitur pedem'. Mit diesen Ausführungen hat Hobbes eine philosophische Frage von weittragendster Bedeutung berührt: es ist der wissenschaftliche Charakter der Mathematik. Hobbes vertritt hier noch diejenige Überzeugung, welche die kritische Philosophie Kants zu überwinden suchte. Es ist die Auffassung, daß die mathematischen Beziehungen der uns umgebenden Außenwelt entnommen werden. Nach Hobbes ist also die Raumanschauung a posteriori, wohingegen das Ergebnis bei Kant lautet: Der Raum ist eine apriorische von aller Erfahrung unabhängige Anschauung, die überhaupt erst die Erfahrung möglich macht.

Was wir bei Hobbes bisher über den Wissenschaftscharakter der Mathematik erfahren haben, ist nichts weiter als der gewöhnliche naive Realismus. Daneben aber hat er der Sache noch an anderer Stelle eine ganz abweichende Stellung gegeben. Dort bricht plötzlich sein Nominalismus wieder durch, und er äußert Gedanken, die viele Berührungspunkte haben mit einer Lehrmeinung, die gerade bei der jüngsten Generation der Mathematiker vielfach verbreitet ist. Der in unserem Jahrhundert auf philosophischer Grundlage geführte Streit um die Möglichkeit der nichteuklidischen Geometrie hat bei einer großen Zahl zünftiger Vertreter der Mathematik die Auffassung laut werden lassen, daß es sich bei den Grundlagen der Geometrie um willkürlich verabredete Dinge handelt, auf deren Fundament nun der Oberbau der Wissenschaft logisch aufzubauen sei. Die nominalistische Denkweise des Hobbes geht von ähnlichen Voraussetzungen aus. Alles kommt nach ihm darauf an, daß die Definitionen, von denen die Mathematik ihren Anfang nimmt, mit Sorgfalt und Scharfsinn formuliert werden (op. lat. V, 26): 'Sunt enim definitiones principia scientiarum, sive propositiones in demonstratione omnium primae; quae nisi accuratae sint, quae sequuturae sunt omnes incertae erunt'. Daher ist die erste Aufgabe der mathematischen Wissenschaft, gute Definitionen zu verabreden. Der Wichtigkeit dieser Forderung entsprechend weist Hobbes ihre Erfüllung einem besonderen Teil der Wissenschaft zu, der dem Ganzen als eine Art Einleitung vorauszuschicken ist; er nennt ihn Philosophia prima. Vielleicht dürfen wir diese Postulierung einer 'philosophia prima' als einen Anklang an Baco denken, der von ihr sagt (De augm. sc. liber III cap. I): 'est scientia, quae sit receptaculum axiomatum'. Allerdings sind diese Axiome des Baco ganz anderer Natur als diejenigen bei Hobbes. Bei Baco werden sie durch Induktion ge-

wonnen, bei Hobbes gehen sie aller Erfahrung voraus. In einem Briefe des Hobbes an Henry Lord Pierrepont, der v. 10. 6. 1656 datiert ist, erhalten wir noch weitere Äußerungen zu der in Rede stehenden Frage über die Stellung der Mathematik. Wir haben schon oben auf zwei Ausdrücke des Hobbes hingewiesen, die auch in der Philosophie Kants eine große Rolle spielen. Es sind die Begriffe analytisch und synthetisch. Das analytische Verfahren bedeutet bei Hobbes ein Auflösen irgend einer gegebenen Wirkung in die Elementarursachen, welche zusammenkommen müssen, um sie hervorzubringen. Umgekehrt verfährt man synthetisch, wenn man von gegebenen Einzelursachen ausgehend ihre Gesamtwirkung durch Zusammenfügen ihrer Einzelwirkungen zu konstruieren versucht. Nun erklärt Hobbes, daß die Art der Demonstration das einzig Charakteristische für das mathematische Denken sei. 'Est enim mathesis cognitio veritatis per demonstrationem.' Und weiter: 'Non enim subjectum, sed demonstrationes faciunt mathematicam'. Wenn wir nun etwas wollen, so bedeutet das, daß wir anderen eine von uns gefundene Wahrheit zugänglich machen, ihnen vermitteln wollen. Das aber kann nur auf einem Wege geschehen, auf dem wir selbst die Wahrheit aufgefunden haben. Daher sagt Hobbes: 'The method of demonstration is synthetical. The same method that served for our invention, will serve also for demonstration to others saving that we omit the first part of method which proceeded from the sense of things to universal principles, which, becaue they are principles, annot be demonstrated, and seeing they are known by nature, they need no demonstration, though they need explication'. Der Gang der mathematischen Deduktion hebt ja gerade bei solchen Grundsätzen der Demonstration an. Ziehen wir das Fazit obiger Ausführungen bei Hobbes, so lautet es: Das Verfahren der Mathematik ist synthetisch. Äußerlich ganz ähnlich lautet ja auch die Feststellung, die wir als den Angelpunkt der kritischen Philosophie bei Kant bezeichnen können. Sie lautet: In der Mathematik gibt es synthetische Sätze a priori. Merkwürdig ist diese oberflächlich und äußerlich genommene Übereinstimmung zwischen Hobbes und Kant, hinter welcher innerlich so tiefe Grundverschiedenheit verborgen liegt. Denn bei Kant liegt das Schwergewicht neben dem synthetisch ebenso stark auf dem a priori. Eine Unabhängigkeit der Wahrheit der mathematischen Sätze von der Verwirklichung in der uns umgebenden Außenwelt hatte schon vor Hume Descartes dem Hobbes gegenüber behauptet. Der Wichtigkeit wegen, welche diese im Hinblick auf Kant die Grundfesten der Philosophie betreffende Diskussion

zwischen Descartes und Hobbes hat, setzen wir ihren Tenor in Rede und Gegenrede hierher. Descartes sagt: 'Ut cum exempli causa, triangulum imaginor, etsi fortasse talis figura nullibi gentium extra cogitationem meam existat nec unquam extiterit, est tamen perfecto determinata quaedam ejus natura sive essentia, sive forma, immutabilis et aeterna, quae a me non effecta est, nec a mea mente dependet: ut patet ex eo quod possint demonstrari variae proprietates de isto triangulo'. Wir wissen bereits, daß dieser Auffassungsweise des Descartes diejenige des Hobbes gerade entgegengesetzt ist. Wörtlich lautet seine Entgegnung darauf: 'Si triangulum nullibi gentium existat, non intelligo quomodo naturam aliquam habeat: quod enim nullibi est, non est: neque ergo habet esse, seu naturam aliquam. Triangulum in mente oritur ex triangulo viso, vel ex visis ficto. Cum autem semel rem, unde putamus oriri ideam trianguli nomine trianguli appellaverimus, quamquam perit ipsum triangulum, nomen manet'. Wir erkennen hieraus, wie Hobbes bezüglich der Herkunft der mathematischen Grundelemente „sich haftet an die Welt mit klammernden Organen". Damit scheint der Nominalismus und vielleicht auch die Überzeugung vom subjektiven Charakter unserer Sinneseindrücke, die Hobbes sonst vertreten hat, nicht recht wohl vereinbar zu sein. Einer bewundernswerten Dialektik des Hobbes gelingt es aber schnell, hier einen wenn auch im Grunde nur äußerlich erreichten Einklang zu erzielen. Er sagt: Die Dinge, die wir betrachten, sind innere Zustände unseres Geistes oder Bilder äußerer Dinge. Woher plötzlich die äußeren Dinge? Lassen wir Hobbes selbst die Antwort geben: 'Now things may be considered as internal accidents of our mind . . . or as species of external things, not as really existing but appearing only to exist, or to have a being without us'. Mit klaren Worten weist hier Hobbes den naiven Realismus von sich. Die Dinge scheinen nur eine Existenz außer uns zu besitzen. Nur mit dieser ausdrücklichen Voraussetzung dürfen wir die Aussage unseres Philosophen aufnehmen, daß der Raum eine der Außenwelt entnommene Vorstellung ist. Der Raum ist die bloße Vorstellung des Außerunsseins. 'If we consider only that the thing has a being without the mind, we have presently a conception of that we call space, an imaginary space indeed, because a mere phantasm, yet that very thing which all men call so.' Und beinahe klingt es wie aus Kants Munde, der da sagte, daß der Raum die Bedingung aller Erscheinungen ist, wenn Hobbes fortfährt: 'For no man calls it space for being already filled, but because it may be filled'. Ebenso können wir der folgenden Stelle eine kantisch gehaltene Auslegung geben: 'Space is the

phantasm of a thing existing without the mind simply: that is to say, that phantasm, in which we consider no other accident, but only that it appears without us'. Ist nicht in diesen Worten eigentlich ausgesprochen, daß der Raum eine gewisse Form unserer Sinnlichkeit ist? Nämlich wenn man ein Phantasma unter der Form des Außersichseins betrachtet, hat man die Raumvorstellung. Wir wollen uns in diesen und ähnlichen Fällen zwar immer gegenwärtig halten, daß bei dieser künstlichen Betonung äußerlicher Übereinstimmungen die geistige Verwandtschaft zwischen Hobbes und Kant notwendig zu groß erscheint.

Der Vollständigkeit wegen sei hier auch kurz der Zeitbegriff des Hobbes gestreift. Zeit ist das Phantasma des Vorher und Nachher bei einer Bewegung. Wir können dieser Definition des Hobbes im Gegensatz zu manchen anderen unklaren Formulierungen bei Hobbes eine gewisse Eleganz und Präzision nicht absprechen.

Wenn wir nun das Resümee der Hobbesschen Versuche ziehen, die darauf abzielen, das Wesen der mathematischen Wissenschaft philosophisch zu begründen, so kommen wir doch trotz aller Schwankungen in seinen Ansichten auf eine bestimmte feste Überzeugung immer und immer wieder zurück. Diese Überzeugung ist durchaus modern. Sie geht dahin, daß es sich in der Mathematik um von uns selbstgeschaffene Dinge handelt. Wir gehen aus von bestimmten Verabredungen und bauen auf diesem Fundament das System der Wissenschaft. Diese Verabredungen heißen bei Hobbes Definitionen. Er nennt sie auch die 'first principles' der Mathematik. Auf diese first principles werden wir noch des näheren einzugehen haben. Diese vom Menschen selbstgeschaffenen Grundlagen der Mathematik machen sie auch zu einer demonstrativen Wissenschaft. E. W. VII, 183 heißt es darüber: 'Of arts, some are demonstrable, others indemonstrable; and demonstrable are those the construction of the subject whereof is in the power of the artist himself, who in his demonstration, does no more but deduce the consequences of his own operation. Geometry therefore is demonstrable, for the lines and figures from which we reason are drawn and described by ourselves'. Wir haben also die Elemente der Konstruktion in der Hand, wir kennen die Elemente des ganzen Baues und haben von hier aus zugleich den synthetischen Fortgang zu den weiteren Folgen. Überall, wo dieses der Fall ist, wo wir nicht umgekehrt analytisch von den Folgen ausgehend nach den Gründen forschen, haben wir zugleich das Beispiel einer demonstrablen Wissenschaft. Merkwürdig ist, daß Hobbes diese Vorbedingung auch bei der Wissenschaft über den Staat

erfüllt sieht und sie darum den demonstrativen Wissenschaften beizählt. 'Civil philosophy is demonstrable, because we make the commonwealth ourselves.' Darum ist der Staat für ihn ein wissenschaftliches Objekt, das er ebenso more geometrico behandlungsfähig erachtet. Eine ganz andere Wissenschaft ist dagegen nach Hobbes die gesamte Naturwissenschaft. Hier haben wir nicht jene Strenge, die allein durch das synthetische Ausgehen von wohlbegründeten Prinzipien gewährleistet wird. Hobbes drückt es so aus: 'But because of natural bodies we know not the construction, but seek it from the effects, there lies no demonstration of what the causes be we seek for, but only of what they may be'. Die Naturwissenschaften können daher im Gegensatz zur Mathematik ihre Wahrheiten nur mutmaßen; sie gelangen nur zu Wahrscheinlichkeiten, zu Hypothesen. Sichere Erkenntnis ist daher nach Hobbes nur auf synthetischem Wege zu finden, niemals analytisch. Die Definitionen, von denen nach der Ansicht des Hobbes jede echte Wissenschaft ihren Ausgang nehmen muß, sind nun zweierlei Art: 'Sunt autem definitiones duorum generum: quorum alterum rei naturam unde indicat, alterum etiam causam sive modum generationis explicat'. Diesen letzteren, die wir heute genetische Definitionen zu nennen gewohnt sind, gibt Hobbes entschieden den Vorzug. Von ihnen sagt er: 'sunt ad scientiam promovendam utilissimae'. Woher nehmen wir nun die Anfangselemente der mathematischen Wissenschaft? Wie begründen wir die Mathematik? Diese kantische Frage erhält bei Hobbes noch folgende weitere Beantwortung: Wir verdanken sie dem natürlichen Licht unserer Vernunft. Op. lat. V, 155 wird uns darüber gesagt: 'Principia igitur mathematicae sunt veritates primae, quas non docemur, sed lumine naturali simul agnoscimus ac proferuntur'. Von ihnen geht alle Schlußfolgerung aus: 'Propositionis ergo primae appellantur, quia ex illis primi omnium constant syllogismi'. Hiernach sind im Grunde die Prinzipien der Mathematik unserer Vernunft ureingesessene, fertige Wahrheiten. Damit steht im Widerspruch, wenn Hobbes ausdrücklich die Feststellung macht, daß diese principia mathematische Definitionen sind, wie wir weiter oben von ihm gehört haben. Wo wir definieren, da machen wir willkürliche Festsetzungen, da schaffen wir mithin die Prinzipien selbst, während sie nach dem soeben zitierten Wortlaut unserer Vernunft gegeben sind. Dieser Widerspruch ist bei Hobbes unausgeglichen geblieben. Man kann vielleicht Hobbes dahingehend ergänzen, daß die Definitionen nur die Namengebung der Dinge, nicht die Dinge selbst betreffen, die uns vielmehr ursprünglich gegeben sind. Jedenfalls finden wir

bei Hobbes selbst keine Brücke, die beide Anschauungen verbindet.

Das Streben der modernen philosophischen Richtung geht hinsichtlich der Grundlegung der Mathematik dahin, die Zahl der Axiome möglichst zu verringern. So ist die euklidische Liste schon eine sehr reduzierte geworden, indem man den Nachweis erbracht hat, daß sich einige Axiome auf andere zurückführen lassen. Auch Hobbes kennt solche Pseudoprinzipien, die eigentlich bereits in anderen enthalten sind. Diese sind so selbstverständliche Dinge und so einleuchtende Sätze, daß Hobbes keine Bedenken trägt, von ihrem Beweis abzusehen und sie unter die Zahl der Axiome zu rechnen. Vielleicht schreckt ihn gerade die Schwierigkeit ab, sie wirklich auf andere Axiome zurückzuführen. Vielleicht ahnte er, daß der Beweis um so schwieriger wird, je selbstverständlicher der Satz ist. Wir geben die darauf bezügliche Stelle wegen ihrer Wichtigkeit für den axiomatischen Aufbau der Geometrie in ihrem Wortlaut wieder. Op. lat. V, 157: 'Sed sunt propositiones quaedam, quas etsi a definitionibus dependeant et per illas demonstrari possunt, ita tamen perspicuae sunt ut etiam sine demonstratione assensum cogant. Vocantur autem axiomata'. Erstaunlich ist schon die bloße Tatsache, daß Hobbes überhaupt die Möglichkeit einer Reduzierung der Axiome der Geometrie zur Sprache bringt. Dem Euklid macht er geradezu den Vorwurf, daß seine Axiome zum Teil beweisbar sind. 'Those axioms of Euclid, seeing they may be demonstrated, are no principles of demonstration.' Neben diesen Beweisprinzipien führt Hobbes auch noch Prinzipien der Konstruktion auf. 'Also, those principles, or postulates though they be principles, yet they are not principles of demonstration, but of construction.' Wir erfahren nicht weiter, was Hobbes genau unter diesen Konstruktionsprinzipien verstanden wissen will. Wahrscheinlich sind es Sätze wie folgende: Durch zwei Punkte ist nur eine Gerade möglich — oder: Ein Dreieck kann aus drei Seiten konstruiert werden.

Nicht ohne Interesse ist weiter, was Hobbes bezüglich der Psychologie des mathematischen Entdeckens sagt. Wie finden wir in Wirklichkeit unsere mathematischen Sätze? Nun, sie müssen zwar bewiesen, d. h. aus Axiomen hergeleitet werden. Aber das ist nicht der gewöhnliche Weg des mathematischen Pfadfinders. Erst müssen wir eine Wahrheit kennen, ehe wir sie beweisen können. 'Nemo enim demonstrare potest id quod nescit, nec scire nisi quae invenerit, nec, nisi rarissime, invenire quod non quaesierit.' Wenn wir nun die Auffindung unserer mathematischen Sätze nicht dem Zufall verdanken, so ergeben

sie sich, wenn wir darnach suchen. Das geschieht durch Messen und Schätzen. Mit Längen- und Winkelmaß in der Hand entdecken wir die Beziehungen geometrischer Figuren, die nun hinterher durch einen Beweis aus den Axiomen abgeleitet werden müssen. Hobbes legt dem Messen und Schätzen eine große Bedeutung als heuristischem Hilfsmittel bei, und seine Ansicht darüber berührt sich mit Ideen, die von Reformern auf dem Gebiet der Methodik des mathematischen Unterrichts gerade in jüngster Zeit geltend gemacht worden sind. Zwar ist sich auch Hobbes dessen bewußt, daß das Resultat der Messung niemals ganz genau sein kann und sich dabei eine Wahrheit immer nur annäherungsweise herausstellen kann. Er tröstet sich damit, daß eine gute Messung immer noch mehr Wert hat als ein von falschen Grundsätzen ausgehender Beweis. Ausdrücklich erkennt er einmal an, daß das Messen nur als heuristisches Prinzip in Frage kommt, und zum anderen, daß es sich bei den Resultaten nur um Annäherungen handelt. Oder wenn wir einmal ein paar moderne Stichworte gebrauchen sollen: Hobbes ist sich dessen bewußt, daß er 'mesurando' nur Approximationsmathematik, nicht Präzisionsmathematik treibt. Das geht aus folgender Stelle hervor (op. lat. V, 126): Neque haec dico, quod mechanicas operationes pro legitimis demonstrationibus admissas velim: sed in omni quaestione geometrica multo prudentius esse existimo, ante mechanice mesurando, magnitudinem quaesitam, quantum fieri potest, veritati proximam assequi, et deinde causam inquirere propinquitatis, quae inventa veritatem aut falsitatem detegit, quam temere credens incertae logicae vel logisticae suae vel autoritati aliorum, ea quae nesciat pronuntiare'. Mit dieser Ablehnung rein logischer Deduktion in der Geometrie und mit der Bevorzugung annäherungsweiser Betrachtung geometrischer Beziehungen steht durchaus in Einklang die Eigenart des Hobbes, die er in geometrischen Beweisen bekundet. Fast überall nämlich, besonders in der ausführlich behandelten Lehre von den Proportionen geometrischer Strecken, greift Hobbes auf Bewegungsvorgänge zurück, um die Sätze recht anschaulich und einleuchtend zu beweisen. Daß er dadurch das Prinzip der mathematischen Präzision und Strenge durchbricht, ist ihm aus eigener Wissenschaft nicht bewußt geworden, das hat er erst während seiner wissenschaftlichen Fehde mit dem offiziellen Vertreter der Mathematik auf der Universität Oxford, Dr. Wallis, zugegeben. Auf einzelne Punkte dieses literarischen Streites müssen wir weiter unten noch näher eingehen.

Die allermodernste Richtung der Mathematik ist beinahe geneigt, der Geometrie die Strenge der übrigen Mathematik ab-

zusprechen und sie unter die Naturwissenschaften zu klassifizieren. Ganz anders Hobbes. Für ihn hat die Geometrie den unbedingten wissenschaftlichen Primat vor der Rechnung, gegen deren Eindringen in die Geometrie er sogar Protest erhebt. Und dabei ist diese Geometrie bei ihm noch durch und durch mit dem Studium von Bewegungsvorgängen verquickt. Sagt er doch geradezu: 'In the first place, we are to search out the ways of motion simply, in which geometry consists'. Daß auf mechanischer Grundlage keine mathematische Strenge erreichbar ist, dessen ist sich Hobbes nicht im mindesten bewußt. Gerade durch Zurückführung der Geometrie auf Bewegungsvorgänge glaubt er ihre Strenge ganz besonders gut gewährleisten zu können. Op. lat. IV, 412: 'Sed quid', inquies, 'opus est theorematum pure geometricorum, demonstrationes a motu petere? Respondeo primo: demonstrationes omnes, nisi scientificae sint, vitiosa sunt, et nisi a causis procedant, scientificae non sunt. Secundo, nisi conclusiones a constructione, id est, a descriptione figurarum, id est, a linearum ductione demonstrentur, vitiosae sunt. Iam omnis linearum ductio motus est'. Hieraus erkennen wir, welche Anforderungen unser Denker an eine echte Wissenschaft stellt, wie sie ihm in idealer Form in der Geometrie verwirklicht scheint. Und eine Wissenschaft ist um so höher zu werten, je mehr Geometrie oder Mechanik darinnen steckt. Auf geometrisch-mechanische Art müssen nach Hobbes Forderung alle Wissenschaften behandelt werden, wie er das insbesondere am Beispiel der physiologischen Psychologie und des staatlichen Gemeinwesens zu verwirklichen den Versuch gemacht hat. Er hat darum eine ganz bestimmte Stufenleiter für das Fortschreiten der menschlichen Erkenntnis festgelegt. Ihre Liste ist folgende: 'Definitions — things, that succeed immediately to universal definitions (prima philosophia) — things, demonstrated by simple motion (in which geometry consists) — things that may be taught or shewed by manifest action that is, by thrusting from, or pulling towards — motion or mutation of the invisible parts of things, and the doctrine of sense and imaginations, and of internal passions, especially those of men, in which are comprehended the grounds of civil duties, or civil philosophy'.

Wir wenden uns nun geometrischen Einzelheiten zu. Im Vordergrunde der Geometrie des Hobbes steht ein Begriff, auf den fast alle seine mathematischen Untersuchungen zurückgreifen. Es ist der Begriff des Verhältnisses zweier Größen, ratio im Lateinischen. Wir sparen uns die nähere Erörterung über diesen bei Hobbes so wichtigen Verhältnisbegriff für eine spätere Betrachtung auf. Vorerst begnügen wir uns mit der

Wiedergabe der Definition der ratio: 'Quantitas inaequalitatis quae est inter duas magnitudines, est id quod vocatur ratio'. Unter Zugrundelegung dieses Begriffs gibt Hobbes nunmehr der Geometrie folgende Definition. Op. lat. V, 27: 'Geometria est scientia, per quam cognoscimus magnitudinum inter se rationes'. Unser heutiger Verhältnisbegriff ist nun ein nicht ausschließlich der Geometrie, sondern auch der Arithmetik eigentümlicher Begriff. Bei Hobbes liegt die Sache anders. Er sagt über die Arithmetik: 'est scientia determinandi multitudinem rerum non numeratarum, per comparationem cum numerata vel numeratis'. Inwiefern Hobbes hiermit einen grundlegenden Gegensatz zwischen Geometrie und Arithmetik statuieren will, geht dann ganz deutlich aus folgenden Worten hervor. Op. lat. V, 28: 'Itaque qui de quantitate loquens continua, geometra est, idem de eadem loquens quantitate ut divisa in partes aliquotas, est arithmeticus'. Was Hobbes hier mehr andeutungsweise erwähnt, das hat er an anderen Stellen ganz klar ausgesprochen, daß nämlich die Geometrie es mit Größen eines Kontinuums zu tun hat, während sich die Arithmetik mit diskreten Größen beschäftigt. Wir werden hier von Hobbes auf das höchst aktuelle Problem der Zuordnung der Zahlenreihe auf die Punktfolge einer Geraden hingeführt. In der heutigen Mathematik ist das Gebiet der Zahlen reicher als die Zahl der Punkte einer Geraden. Jedem Punkt einer Geraden entspricht eine Zahl, aber nicht jeder Zahl ein Punkt. Bei Hobbes dagegen umfaßt die Geometrie die gesamte Arithmetik. Op. lat. IV, 36 sagt er darüber: 'Inter numeros ratio nulla est, quae non exponi possit lineis'. Und nachdem er seine Gründe für die bevorzugte Stellung der Geometrie vor der Arithmetik zusammengetragen hat, stellt er am Schluß die Frage: 'Haec cum ita sint, quid censes, geometriam arithmetica, an hanc illi subordinatum esse?' Der Unterschied der geometrischen und mithin kontinuierlichen Größen von den arithmetischen und mithin diskreten Größen kommt besonders prägnant an einer Stelle des ersten Bandes der gesamten Werke zum Ausdruck. 'Number is exposed either by the exposition of points, or of the names of number, one, two, three etc.; and those points must not be contiguous, so as that they cannot be distinguished by notes, but they must be so placed that they may be discerned one from another; for, from this it is, that number is called discreet quantity, wheras all quantity, which is designed by motion, is called continual quantity.'

Diesen tiefgreifenden Unterschied wird Hobbes gar nicht müde zu betonen, und mit scharfen Worten legt er Verwahrung ein gegen die Anwendung der Rechnung auf die Geometrie.

Am Schluß seiner Ausführungen, die sich gegen diese Gepflogenheit wenden, sagt er nicht ohne eine gewisse Selbstgefälligkeit: 'I meant it against the whole herd of them who apply their algebra to geometry'. Unter dieser großen Herde war besonders ein Andersdenkender, dem die Mathematik einen ihrer größten Entwicklungsschritte zuschreibt. Das ist René Descartes, der Erfinder der analytischen Geometrie. Wir wissen, daß beide Philosophen einander in der gastlichen Zelle des Pater Mersenne gesehen haben. Durch Mersennes Vermittlung hatten sie auch gelehrte Diskussionen miteinander. Ob ihre wissenschaftlichen Auseinandersetzungen auch die neue Geometrie des Descartes zum Gegenstand hatten, bleibt für uns zweifelhaft. Aus den Aufzeichnungen des Hobbes geht aber hervor, daß er sich der analytischen Geometrie gegenüber skeptisch verhalten hat. Der Mann, der in vielen Dingen wie einer der Neueren zu uns redet, der manches mit bewunderungswürdiger divinatorischer Gabe voraussagt, geht ahnungslos vorüber an einer der wichtigsten Entdeckungen auf dem Gebiet der Mathematik. In welchem Lichte ihm die Geometrie des Descartes erscheint, zeigt sich in folgendem Urteil (op. lat. V, 9): 'Quod enim magistri symbolicae hodiernae maximi, Ougthredus et Cartesius, aliud praecipiunt, quam ut pro quantitate quaesita supponamus aliquam ex alphabeto literam, et inde apta ratiocinatione procedamus ad consequentia? At si ars esset, deberent quaenam sit illa apta ratiocinatio ipsa ostendere'. Darin spricht sich Verständnislosigkeit und Geringschätzung zugleich aus. Mit besonderem Widerwillen gedenkt Hobbes der Symbole, welche diese neue Geometrie anwendet, an denen vielleicht gerade sein Verständnis scheiterte. Er zögert nicht, diese neuen Gedanken, die so fruchtbar werden sollten für die spätere Entwicklung der Mathematik, für die Pest der Geometrie zu erklären. Op. lat. V, 10: 'Analytica ergo haec res admodum angusta est, quamquam ad trigonometriam in rectis lineis exercendum non inutilis verum ob magnam multitudinem symbolorum, quibus hodie oneratur, una cum falsa opinione quod plus valeat ipsa methodus quam revera valet, pro peste geometriae habenda est'.

Wir haben schon oben darauf hingewiesen, daß der Ratiobegriff einen breiten Raum in den mathematischen Kapiteln des Hobbes einnimmt. Diese weite Ausspinnung der Lehre von den Proportionen hängt vielleicht bei Hobbes damit zusammen, daß in seinem ganzen philosophischen und fachwissenschaftlichen System das Gesetz der Ursache und Wirkung grundlegend ist. Je stärker die Ursache, um so stärker die Wirkung, d. h. die Wirkung ist proportional der Ursache. Der Zusammenhang von

Ursache und Wirkung wird gerade durch den Begriff des Verhältnisses und der Proportion der mathematischen Behandlung fähig. Nachdem wir jetzt Hobbes über den Gegensatz von geometrischer und arithmetischer Quantität vernommen haben, ordnet sich seine Lehre über das mathematische Verhältnis und im Anschluß daran über die Proportionen folgerichtig ein. Für Hobbes ist eine ratio gegeben durch das Verhältnis zweier Strecken. Je nachdem dieses Verhältnis durch zwei ganze Zahlen wiedergegeben werden kann oder nicht, spricht die heutige Mathematik von einem kommensurabelen oder inkommensurabelen Verhältnis. Ganz anders der Standpunkt unseres Philosophen. Er kennt ja nur diskrete Zahlen. Zahlenmäßig lassen sich darum nicht alle rationes wiedergeben. Da muß dann die Geometrie einspringen. Op. lat. V, 161: 'Ubi vero rationes effabiles per numeros non sunt, tum prima secundae, tum tertia quartae sunt latera correspondentia triangulorum similium'. Darin erblickt Hobbes wieder einen Beweis dafür, daß die Geometrie leistungsfähiger ist als die zahlenmäßige Darstellung. Entsprechend der geometrischen Deutung oder besser Definition, die er der ratio gibt, wendet er sich energisch gegen die Gleichbedeutung von ratio mit dem Begriff eines Bruches. Op. lat. V, 160: 'Errant ergo algebristae nostri, qui dicunt fractionem et rationem eandem esse rem'. Wir knüpfen hieran noch eine Bemerkung, welche die heutige Terminologie der Mathematik betrifft. Wir teilen heute unser Zahlenreich ein in rationale und irrationale Zahlen. Rational heißen Zahlen, welche durch das Verhältnis zweier ganzen Zahlen wiederzugeben sind, z. B. $^2/_5$ oder $^1/_3$. Als Dezimalbrüche geschrieben erscheinen solche rationalen Zahlen endlich oder wenigstens mit endlicher Periode. Ist dagegen eine Zahl nicht durch das Verhältnis zweier ganzen Zahlen darstellbar, so handelt es sich um eine irrationale Zahl. Wenn wir Hobbes gehört haben, dann wissen wir, daß rational und irrational nicht, wie man wohl vielfach in der mathematischen Literatur liest, mit ratio = Vernunft, sondern ratio = Verhältnis sprachlich zusammenhängt. Irrationale Zahlen sind also nicht Zahlen, die nicht vernunftgemäß sind, sondern solche, die nicht durch das Verhältnis ganzer Zahlen wiederzugeben sind. Hobbes kennt solche irrationalen Zahlen überhaupt nicht, wohl aber kennt er rationes, die nicht durch Zahlen darstellbar sind. Was wir heute eine irrationale Zahl nennen, das ist bei Hobbes gerade wiederzugeben als ratio im geometrischen Sinne. Zwar kannte schon die Zeit des Hobbes dem Wesen nach Irrationalzahlen. Mit vollem Bewußtsein aber werden sie von Hobbes abgelehnt. Er bekämpft z. B. dahingehende Ausführungen anderer mit den

Worten: 'Quem ergo ille numerum non verum, et alii surdum dicunt, quantitas continua est, et pertinet, non ad arithmeticam, sed ad geometriam'. Was geometrisch leicht darstellbar ist, das läßt sich häufig nach Hobbes gar nicht zahlenmäßig wiedergeben. 'Segmentorum istorum quantitates exprimi numeris accurate non possunt, neque illarum quadrata', heißt es z. B. an einer Stelle. In solchen Fällen sucht Hobbes wenigstens näherungsweise die Wahrheit zu erreichen. Im angeführten Beispiel fügt er nämlich bezüglich des Verhältnisses Kreissegmente hinzu: Verum prope accedit earum ratio ad rationem 5 ad 3.

Im Anschluß an seine Theorie der rationes entwickelt nun Hobbes in aller Ausführlichkeit die gesamte Lehre von den Proportionen. Alle wichtigen Proportionsgesetze sind auch ihm bekannt. Bemerkenswert ist nur, daß bei allen Sätzen die Beweise auf Bewegungsvorgänge zurückgeführt werden. Zum Beleg dafür sei nur folgende Stelle erwähnt: 'One geometrical proportion is the same with another geometrical proportion, when the same cause, producing equal effects in equal times, determines both the proportions'. Diese Stelle gibt zugleich einen Hinweis, daß in der Tat die Proportionenlehre des Hobbes wegen ihrer Beziehung zum Kausalitätsgesetz ihm sehr am Herzen liegen muß. Terminologisch ist hier zu bemerken, daß Hobbes geometrische und arithmetische Proportionen unterscheidet. Die geometrische Proportion ist unsere heutige Proportion schlechthin. Eine arithmetische Proportion wird nach Hobbes von vier Größen gebildet, wenn die Differenz der beiden ersten gleich ist der Differenz der beiden anderen. Bei uns ist diese Unterscheidung nicht mehr üblich. Nur unsere Bezeichnungen geometrisches und arithmetisches Mittel erinnern noch daran. Ebenso vermissen wir in unserer heutigen mathematischen Terminologie die bei Hobbes übliche Dreiteilung der geometrischen Proportionen in Analogismen, Hypologismen und Hyperlogismen. Sind nämlich zwei Verhältnisse gleich, handelt es sich also um eine Proportion im heutigen Sinne, so nennt das Hobbes einen Analogismus. Ist das eine Verhältnis größer als das folgende, so spricht er von einem Hyperlogismus und im umgekehrten Falle von einem Hypologismus.

Den Begriff des arithmetischen und geometrischen Mittels finden wir ebenfalls bei Hobbes vor. Ja er hat bereits die Erkenntnis, daß in der Grenze der Unterschied zwischen dem geometrischen und arithmetischen Mittel unendlich klein wird. Das ist eine Tatsache, die wir beim Interpolieren in den Logarithmentabellen anwenden. Erstaunlich ist, daß Hobbes auch schon von dieser Anwendung weiß. War doch die Entdeckung

der Logarithmen durch Napier erst soeben geschehen. Wörtlich steht bei Hobbes zu lesen: 'It is manifest from hence, that if any quantity be supposed to be divided into equal parts infinite in number, the difference between the arithmetical and geometrical means will be infinitely little, that is none at all. And upon this foundation, chiefly, the art of making those numbers, which are called Logarithms, seems to have built'.

Mit dieser Stelle berührt Hobbes eigentlich schon einen der fruchtbarsten Gedanken, man kann sagen den Gedanken, der die ganze neuere Entwicklung der Mathematik im Gefolge gehabt hat. Es ist das Prinzip des Unendlichkleinen, der Infinitesimalgedanke, der bald nach seiner Zeit gleichzeitig in den Werken Newtons und Leibniz' bewußten Ausdruck erhalten sollte. Anklänge daran finden sich auch schon zahlreich in den Aufzeichnungen des Hobbes, die wir darum als Vorläufer und Vorboten der Differentialrechnung ansehen können. Wiederholt hat sich Hobbes mit der Frage der kleinsten Teile beschäftigt. Und es ist bemerkenswert, wie bei ihm die Teilung der Materie in Parallele steht mit der Teilung der geometrischen Größen, also z. B. einer Strecke. Beidemal handelt es sich nach ihm um ein Kontinuum. Und wie der unendlich fortgesetzten Teilung der Materie bei ihm nicht durch Atome eine Grenze gesetzt ist, so besteht auch für eine Strecke die Teilungsmöglichkeit ohne jegliche Grenze. Wir wollen nun des näheren auf diesen in der heutigen Mathematik überaus wichtigen Begriff des Unendlichkleinen, ja des Unendlichen überhaupt eingehen.

So hat z. B. Hobbes auch bei der Behandlung des berühmten Problems der Rektifikation des Kreises Gedanken geäußert, die sich als Vorboten der Infinitesimalrechnung deuten lassen. Er teilt einen Kreisbogen in zwei Hälften, jede Hälfte halbiert er wieder und so fortgesetzt. Nun vergleicht er die Größe der jeweils zu diesen Bogen gehörenden Sehnen. Anfangs ist ihr Längenunterschied gegenüber den zugehörigen Bogen recht beträchtlich. Je weiter aber die Zweiteilung fortschreitet, desto mehr verschwindet er, bis er schließlich überhaupt gleich Null gesetzt werden darf. 'Perveniatur tandem ad segmentum arcus cujus excessus supra chordam propriam minor sit omni longitudine data.' Dieser Ausdruck „kleiner als jede vorgebbare Größe" ist noch heute in den Lehrbüchern der Differentialrechnung eine stehende Redewendung. Nun ist es eine dem Hobbes eigentümliche Ansicht, daß die Figuren der Geometrie nicht bloße Gedankendinge sind, sondern daß sie wirklich gezeichnet vorliegen müssen. Jede gezogene Linie hat eine bestimmte Breite, wennschon diese nicht in Betracht gezogen wird. So führt denn auch

in dem vorliegenden Beispiel Hobbes die eigentliche Berechtigung dafür, daß man einen kleinen Bogen gleich der zugehörigen Sehne setzen darf, auf die Zeichnung zurück, bei welcher es unmöglich ist, nach immer fortgesetzter Zweiteilung noch den Bogen von der zugehörigen Sehne zu unterscheiden. Der Gedanke des Unendlichkleinen ist bei ihm also nicht auf logischem Wege gekommen, sondern der sinnfälligen Anschauung entnommen. Sagt er doch in der Anmerkung ausdrücklich: 'Illud autem dictum universale, arcus omnio major est sua chorda, universaliter rerum esset si daretur arcus arcus circuli et linea recta cujus nulla esset latitudo'. Wir können diese Stellen nur im Zusammenhange mit anderen Äußerungen des Hobbes richtig werten, die sich mit Entschiedenheit gegen die Auffassung wenden, daß mit dem Wort unendlich (infinitus) eine unbestimmte Zahl gemeint ist. Zwar gibt Hobbes die Möglichkeit einer unbegrenzten unendlichen Teilung zu. Aber die Anzahl der bei einer wirklich stattfindenden Teilung entstehenden Teile kann nach ihm immer nur eine begrenzte, endliche, abzählbare, wenn auch noch so große sein. Wir sehen also, wie für Hobbes die mathematischen Prozesse keine leeren Gedankenprozesse sind, sondern seine Mathematik steht und fällt mit der sinnfälligen Zeichnung und Konstruktion. Zu dem Gedanken Humes und Kants, daß alle mathematischen Sätze unabhängig von ihrer sinnlichen Verwirklichung eine Existenz haben, hat Hobbes noch nicht vordringen können. In diesem Sinne gibt es für ihn auch kein Unendlich in der Teilung. Op. lat. V, 307 heißt es bei ihm: 'Ut autem homo mortalis aliquid in aeternum dividere posset, aut si id posset facere, ut partes tamen non essent numero finitae, impossibile est'. An anderer Stelle spricht Hobbes klar aus, daß er nicht die unendliche Teilbarkeit in Frage stellt, sondern lediglich eine unendliche Teilung leugnet. Op. lat. IV finden wir die folgende Behauptung: 'Divisio quidem infinita concipi non potest, divisibilitas autem facile'. Dem Begriff der Grenze und des Unendlichkleinen begegnen wir auch sonst noch in den Schriften des Hobbes. So erklärt er an anderer Stelle, wo er das Problem der Rektifikation des Kreises auf eine neue Art zu lösen versucht, daß der Kreis aufgefaßt werden kann als ein Polygon mit unendlich vielen Seiten. 'Circulus enim sua natura nihil differt a polygono laterum numero infinitorum.' Die Mathematik hat es nur mit Größen zu tun. Nur solche Objekte gehören vor ihr Forum, bei denen man auf die Frage 'Quantum est?' eine Antwort zu geben vermag. Daraus erhellt für Hobbes, das ein infinitum niemals der Gegenstand sein kann, mit welchem sich eine ernsthafte mathematische Überlegung befaßt. Op. lat.

V, 154: 'Infinitum autem quantum sit, nec rogari nisi absurde, nec responderi omnino potest. Neque vero finita magnitudo dividi in partes numero infinitas, nec numerus infinitus dari potest'. Das Problem der unendlichen Teilbarkeit ist eines von jenen, die Kant in der Antinomienlehre behandelt hat. Auch in der Darstellung des Hobbes kommt der Charakter der Antinomie, die in diesem Problem steckt, zum Ausdruck, wenn er auf der einen Seite die Möglichkeit einer unendlichen Teilung zugibt und auf der anderen Seite die wirkliche Erfüllung dieser Möglichkeit als unmöglich hinstellt. Dieser Standpunkt hängt, wie wir schon betonten, mit der Ansicht des Hobbes zusammen, daß die Geometrie unbedingt angewiesen ist auf die sinnfällige Darstellung ihrer Objekte durch die Zeichnung. Die Abhängigkeit der Geometrie von der sinnlichen Verwirklichung in Figuren, die Hobbes auch sonst statuiert hat, wird uns noch gleich ausführlicher beschäftigen besonders im Vergleich mit der Kantischen Behauptung des Apriori der Mathematik.

Anklänge an die Grundgedanken der Infinitesimalrechnung finden sich auch noch in einem Kapitel, wo Hobbes den Begriff einer Asymptote klarlegt. Ausdrücklich sagt er: Asymptosy depends upon this, that quantity is infinitely divisible!

Wenn eine Strecke gegeben ist, so kann ein sich von einem Ende nach dem anderen bewegender Punkt seine Geschwindigkeit fortgesetzt so verringern, daß er nie das andere Ende erreicht. Wenn Hobbes solche Gedanken äußert, so erkennen wir darin die Ähnlichkeit mit dem altgriechischen Sophisma vom Achilles und der Schildkröte. In diesem Unendlichkleinwerden der Geschwindigkeit und der dadurch bewirkten Annäherung, die aber nie zur direkten Berührung führt, erblickt unser Philosoph das Wesen des Asymptotischen. 'In the nature of asymptotes in general there is no more, than that they come still nearer and nearer, but never touch. But in special in the asymptosy of hyperbolic lines, it is understood they should approach to a distance less than any given quantity.'

Wenn solche Gedanken unseres Philosophen ihn mit späteren mathematischen Entdeckungen verknüpfen, so schlagen einige andere Probleme, die ihn unablässig beschäftigt zu haben scheinen, die Brücke bis zurück zur Mathematik der Griechen. Aus dem Inventar der altgriechischen Geometrie sind einige Probleme von Generation zu Generation fortgeerbt, die eine besondere Anziehungskraft für den menschlichen Geist haben. Wie die neuere Mathematik nachgewiesen hat, sind diese Probleme ihrer Natur nach unlösbar. Es sind dies unter anderen die Aufgaben der Trisektion des Winkels, der Duplikation des Würfels, der Rekti-

fikation und Quadratur des Kreises mit Hilfe von Zirkel und Lineal. Aber gerade ihre Unlösbarkeit hat diesen Problemen im Laufe der Geschichte des mathematischen Denkens eine Fülle von Lösungsversuchen eingetragen. Auch den Geist unseres Philosophen haben sie gefesselt. Immer und immer wieder hat er z. B. die Aufgabe in Angriff genommen, die Länge des Kreisumfanges zu ermitteln. Wohl zwölf verschiedene solcher Lösungen hat er unter seinen Schriften eingereiht. Und alle schließt er sie mit dem selbstzufriedenen Bewußtsein, endlich ein bisher ungelöstes Problem zur Strecke gebracht zu haben. Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wäre es eine unnötige Belastung, wollten wir im einzelnen den Nachweis erbringen, daß alle diese Lösungsversuche der mathematischen Kritik nicht standhalten. Nur einige Bemerkungen seien hier angefügt zur Charakterisierung der Lösungsversuche des Hobbes. Zu unserer glücklichen Entlastung können wir von einer Nachprüfung im einzelnen absehen und unsere Ausstellungen ganz allgemein halten. Der Fehler des Hobbes bei allen seinen Ausführungen über die genannten drei Probleme besteht kurz gesagt darin, daß er nur angenähert die Lösung findet und zuweilen noch dazu auf recht schwachen Füßen und vorgibt, die genaue Lösung gegeben zu haben. Er treibt also Approximationsmathematik — was an sich seine gute Berechtigung hat — und gibt ihre Resultate für Ergebnisse der Präzisionsmathematik aus, was vom wissenschaftlichen, kritischen Standpunkt aus gerügt werden muß. Daß Hobbes auf dieser falschen Fährte gewesen ist, dürfen wir in seiner wissenschaftlichen Würdigung nicht zu stark abfällig beurteilen. Es sind aber Momente vorhanden, die eigentlich gegen eine Zubilligung mildernder Umstände in seiner wissenschaftlichen Beurteilung sprechen. Die in Rede stehenden geometrischen Fragen verwickelten ihn nämlich in einen Streit mit Wallis, der wegen der persönlichen Anwürfe, die sich beide Parteien zuschulden kommen ließen, dem Hobbes nicht zur Ehre gereicht und der nach seiner sachlichen Seite hin ihn entschieden ins Unrecht setzt. Unnachsichtlich hat Wallis den Finger auf die Fehler der Hobbesschen Beweisführungen gelegt. Hobbes hat demgegenüber zwar in einigen unwesentlichen Punkten seinen Irrtum zugegeben, im übrigen aber ist er mit fadenscheiniger Dialektik den eigentlichen Angriffswaffen seines Gegners aus dem Wege gegangen, um trotzig und eigensinnig seine Behauptungen aufrechtzuerhalten. Calkins in seinem Werkchen „The Metaphysical System of Hobbes“ (Chicago 1905) fertigt Hobbes' Lösungsversuche, speziell das der Quadratur des Kreises, kurz, aber treffend ab mit den Worten: "The mathematical chapters of

De Corpore, along with much irrelevant matter, contain one colossal blunder: The attempt ut squaring the circle'. Und wie mit dem hier namhaft gemachten Problem der Quadratur des Kreises verhält es sich auch mit den anderen Problemen. Im übrigen hat Hobbes bei derartigen Beweisen ein Liniengewirr herangezogen, das die Geduld des Nachprüfenden wegen der Unübersichtlichkeit auf eine harte Probe stellt.

Wir gehen nun noch auf einige geometrische Fragen des Hobbes ein, die uns schon weiter oben gelegentlich begegneten. Wir wiesen bereits darauf hin, daß nach der Ansicht des Hobbes die Objekte der Mathematik nicht bloß in Gedanken, sondern sinnfällig gegeben sein müssen. Ein geometrischer Satz hat nur Geltung in einer Figur, die mit der Zeichenfeder oder der Kreide auf Papier oder Holz wirklich aufgezeichnet ist. Dementsprechend ist auch die Lehre des Hobbes über die Dimensionen der geometrischen Grundelemente Punkt, Gerade, Fläche usw. gehalten. Für ihn ist der Punkt nicht ohne Dimension, sondern er hat eine bestimmte Ausdehnung. Wie könnte sonst, so meint Hobbes, z. B. der Kreis in Sektoren zerlegt werden, wenn nicht sein Mittelpunkt in die gleiche Anzahl von Teilen zerlegt werden könnte? Genau so ist es mit der geraden Linie; sie hat nicht nur eine Dimension, sondern sie hat neben ihrer Länge auch eine gewisse Breite. Eine Linie ohne Breite gibt es nicht. Nur lassen wir die Breite in den meisten unserer geometrischen Sätze außer Betracht. Op. lat. V, 156 sagt Hobbes: 'Verum quidem est, quod in comparandis longitudinibus latitudinis nullam omnino rationem habendam esse: in constructione tamen figurarum latitudo necessaria est, quia sine latitudine describi figuram impossibile est'. Hobbes liebt bekanntlich die genetische Definition. So definiert er z. B. die Linie als entstanden durch die Bewegung eines Punktes. Eine andere Entstehungsart der Linie ist nach ihm diejenige durch 'apposition', womit er ihren Aufbau aus einzelnen Punkten meint, oder endlich diejenige 'by section', die besagt, daß eine Oberfläche durch Zerschneiden in Linien zerfällt. Gerade diese beiden letzteren Definitionen der Linie lassen erkennen, daß die Dimensionenlehre des Hobbes hinsichtlich der geometrischen Grundelemente erheblich von unserer heutigen abweicht. Aber auch bei Hobbes selbst finden wir Äußerungen, die mit den oben mitgeteilten Resultaten in Widerspruch stehen. Nach dem Obigen müßte es ja möglich sein, aus Punkten eine Linie, aus Linien eine Fläche zusammenzusetzen. Dem widerspricht aber Hobbes selbst, wenn er sagt (op. lat. V p. 34): 'Rationem habere inter se magnitudines dicuntur, quae possunt multiplicatae sese mutuo superare. Ex qua definitione

manifestum est lineas, superficies, et solida nullam habere posse inter se rationem. Nam multiplicata, nunquam se mutuo superare possunt!' Und doch spricht Hobbes einige Zeilen später wieder davon, daß eine Strecke als ein kleines Rechteckchen angesehen werden kann. Größen gleicher Dimension werden dann in Übereinstimmung mit unserer heutigen Terminologie als homogene Größen bezeichnet. Es sind nach Hobbes solche, welche durch dasselbe Maß gemessen werden können. 'Homogeneae quantitates sunt, quarum mensurae applicari possunt una ad alteram, ita ut congruant.'

Wir haben oben ausführlich gehört, daß Hobbes der Geometrie vor der Arithmetik den unbedingten Vorrang zuerkannt und jede Einmischung und Anwendung der Rechnung auf geometrische Probleme als des Ansehens der Geometrie unwürdig zurückweist. Die Erkenntnis, daß neben der geometrischen Anschauung das rein logische Element seine wohlbegründete Gleichwertigkeit in der Mathematik hat, bleibt dem Hobbes eben verborgen. Von diesem Gesichtspunkt aus verurteilt er jedes Eindringen der Rechnung in die Geometrie. Besonders eine Frage, die in diesen Zusammenhang gehört, läßt ihn gar nicht zur Ruhe kommen. Es handelt sich um die Deutung der Quadratwurzel einer Zahl als Seite eines Quadrats. Niemals, so wiederholt es Hobbes immerfort wieder, kann eine Quadratzahl gleichbedeutend sein mit dem Inhalt eines Quadrates, niemals kann durch Multiplikation zweier Linien eine Fläche entstehen. Und als Grund dafür gibt er an: 'Sunt autem lineae et quadrata diversae speciei quantitates'. Nun hat Hobbes ohne Zweifel insofern recht, als wir nur Zahlen multiplizieren können. Aber wenn er dann fortfährt: 'Sed decem lineae multiplicatae in se, faciunt 100 lineas', so verfällt er damit eigentlich in einen Fehler, der noch schlimmer ist als der von ihm gerügte. Im ganzen merken wir hierzu an, daß ihm der Unterschied von benannten und unbenannten Zahlen unbekannt gewesen ist. Denn sonst könnte er nicht behaupten (op. lat. V, 114): 'Si quaeritur quoties sunt 10 A in 100 A, quotientem esse 10 A, manifestum est'.

Von besonderem geometrischen Interesse ist endlich bei Hobbes noch seine Lehre über die Winkel. Außer dem Winkel, den wir heute erklären als den Richtungsunterschied zweier Geraden, kennt Hobbes noch eine zweite Art von Winkeln, die er angle of contingence bezeichnet. Der gewöhnliche Winkel entsteht, wenn zwei gerade Linien einander schneiden; der angulus contactus befindet sich zwischen zwei krummen Linien oder einer krummen und einer geraden Linie. Dieser Begriff des angulus contactus ist aufs engste verquickt mit dem Begriff

der Krümmung einer Linie. 'Two lines may be separated by continual flexion or curvation in every imaginable point; and the quantity of this separation is that, which is called an angle of contingence.' Der Kontaktwinkel gibt sonach das Maß der Biegung einer Linie an. Er ist somit auch ganz anderer Art wie der gewöhnliche Winkel zwischen zwei Geraden; es können daher auch beide Arten nicht miteinander verglichen werden. Ausdrücklich äußert sich Hobbes über diese Frage folgendermaßen (E. W. I, 196): 'An angle of contingence, if it be compared with an angle simply so called, how little solver, has such proportion to it as a point has to a line; that is no proportion at all, nor any quantity'. Hobbes behauptet also eine vollständige Heterogenität der beiden Winkelarten. Wie die Quantität eines solchen angulus contactus bestimmt werden kann, darüber hat uns Hobbes nicht präzise Antwort gegeben. Einige Anhaltspunkte gewinnen wir aus folgender Stelle: 'And therefore, when one strait line is a tangent to many circles, the angle of contingence, which it makes with a less circle, is greater than that which it makes with a greater circle'. Wie schon öfter, so müssen wir auch hier die Feststellung machen, daß die mathematischen Ausführungen des Hobbes widerspruchsvoll sind. An einer anderen Stelle nämlich gibt er die behauptete Heterogenität zwischen den gewöhnlichen Winkeln und dem angulus contactus wieder auf. Da sagt er ausdrücklich, der Winkel zwischen zwei krummen Linien ist der Winkel, den die Tangenten an die beiden Kurven einschließen (E. W. I, 186): 'Wherefore an angle, which two crooked lines make, is the same with that which is made by two strait lines which touch them'. An anderer Stelle spricht Hobbes noch ausführlicher über das Maß der Krümmung gebogener Linien. Op. lat. V, 16 heißt es: 'Curvedinum autem alia major alia minor est: et propterea curvedo est quantitas, pertinetque ad subjectum geometrarum . . ., quamquam de hac re nihil nobis traditum sit a veteribus'. Richtig empfindet hier Hobbes, daß die Betrachtung der Krümmung der Linien über das von den Alten angebaute Gebiet der Mathematik hinausführt. Richtig ist ferner, wenn er sagt, daß von zwei Kreislinien diejenige am meisten gekrümmt ist, die den kleineren Radius hat.

Wir haben nunmehr eine Reihe typischer Beispiele herausgegriffen, die uns eine unmittelbare Anschauung von den mathematischen Leistungen des Hobbes geben. Der Wert, den seine Äußerungen über die Grundlagen der Mathematik haben, ist gebührend hervorgehoben worden. Auch bezüglich seiner mathematischen Einzelleistungen muß anerkannt werden, daß er ein

eigenartiger Denker gewesen ist, der sich freigemacht hat von der steril gewordenen Art des mathematischen Denkens bei Euklid und der insofern der neueren mathematischen Entwicklung die Wege geebnet hat. Er als einer der ersten ist von den herkömmlichen Pfaden im Prinzip abgewichen. Trotz aller Irrtümer müssen wir der Behandlung der Geometrie durch Hobbes doch das Zeugnis ausstellen, daß sie in ihrer Art ein novum darstellt. Und darin liegt die Bedeutung des Hobbes auch in seinen mathematischen Einzelleistungen, die allerdings nicht heranreicht an die Bedeutung seiner allgemeinen Ausführungen über die philosophischen Grundlagen der Mathematik. Ein Neuerer in der Mathematik zu sein, dessen ist sich auch Hobbes selbst vollbewußt gewesen. Das beweist die von ihm herrührende Zusammenstellung seiner mathematischen Leistungen, das beweisen die Vorwürfe, die er gegen die bis vor ihm übliche Mathematik erhebt. Er glaubt in der Tat, das Gebiet der Mathematik durch eigene Beiträge erweitert zu haben: 'The little therefore that I shall say concerning geometry in some of the following chapters, shall be such only as is new, and conducing to natural philosophy'. Von allen Autoren, die er studiert hat, hebt er besonders Euklid, Archimedes und Apollonius hervor. Von neueren Autoren der mathematischen Wissenschaften werden besonders Descartes, Ougthredus, Galilei und Kepler erwähnt. Alle jene Probleme, an denen sich der Scharfsinn der Alten abmühte, glaubt Hobbes gelöst zu haben; jedenfalls erwähnt er sie ausdrücklich in der Aufzählung seiner mathematischen Leistungen. Op. lat. IV, 522: 'Ex geometricis meis quae durare vellem, et per te non peribunt, haec sunt: 1. Quadratura circuli, 2. Cubatio sphaerae, 3. Duplicatio culi, 4. Inventio mediarum quotcumque inter duas rectas, 5. Divisio anguli dati in ratione data, 6. Inventio centri gravitatis semicirculi, 7. Doctrina rationum tota, 8. Scabiei quam geometriae affricuerat arithmetica (quod meorum operum maximum esse judicio) detersio'. Diese Liste seiner vermeintlichen Verdienste um den Fortschritt der Mathemathik ist für uns zum Teil zugleich auch die Liste seiner Irrtümer.

Wir stehen hiermit am Ende unserer Untersuchungen, die den Zweck verfolgten, die Bedeutung des Hobbes in der Geschichte des naturwissenschaftlichen und mathematischen Denkens darzulegen. Wie Abbot nachgewiesen hat, läßt sich in den philosophischen Ansichten des Hobbes ein mehrfacher Wechsel, ein Entwicklungsgang mit mehreren Entwicklungsstadien nachweisen. In der Tat muß man eine solche Entwicklung unseres Philosophen zugeben. Aber der damit verbundene Wechsel des Standpunkts

ist in seinem naturwissenschaftlichen und mathematischen Denken nicht so stark zum Ausdruck gekommen. Immerhin wird dadurch die Tatsache verständlich, daß ihm unausgeglichene Widersprüche unterlaufen sind.

Wenn wir nochmals auf den in Frage stehenden Teil der naturwissenschaftlichen und mathematischen Schriften des Hobbes zurückblicken, so können wir unser Resultat kurz dahin zusammenfassen, daß in den Naturwissenschaften seine stärkste Seite das Entwerfen von Theorien ist, wohingegen Einzelheiten der Forschung bei ihm oft auf schwachen Füßen stehen.

Ebenso sind seine mathematischen Einzelleistungen ohne erheblichen bleibenden Wert, ja stellenweise voller Irrtümer. Seine Größe besteht hier in seinen Lehren über die Grundlagen und das Wesen der Mathematik. So scharfsinnig hat er den Charakter der Mathematik zu erfassen versucht, daß er vielfach Anklänge an Kant zeigt. Seine Bedeutung für Naturwissenschaften und Mathematik beruht also darin, daß er recht eigentlich der Philosoph der naturwissenschaftlichen und mathematischen Erkenntnis gewesen ist. Seine Bedeutung kann durch zwei Sätze bezeichnet werden: 1. Er hat mit Konsequenz ein mechanisches System der Naturwissenschaften ausgeführt. 2. Er hat bemerkenswerte Beiträge zur Philosophie der Mathematik geliefert.

Was nun die historische Abhängigkeit einerseits nnd die Wirkung andererseits angeht, so hat unsere Abhandlung im einzelnen ergeben, daß Hobbes fast gar nicht von Bacon, etwas mehr von Descartes, Gassendi und Harvey, am meisten aber von Galilei beeinflußt worden ist. Seine Nachwirkung ist mehr indirekt und häufig nicht deutlich nachweisbar. Aber bei Locke, Hume, Kant, Herbart werden viele seiner Gedanken zu frischem Leben erweckt. Und im Besitz unserer mathematischen und naturwissenschaftlichen Disziplinen befindet sich, wie unsere Untersuchung gezeigt hat, manche Idee, die sich als ein im Grunde von Hobbes herrührendes Erbstück erweist.

Außer den im Text selbst angezeigten Literaturquellen sind noch benutzt worden:

Kuno Fischer, Geschichte der neueren Philosophie Bd. 10;
Toennies' Veröffentlichungen über Hobbes;
G. C. Robertson (Blackwood's Philos. classics 10);
M. Köhlers Veröffentlichungen über Hobbes;
Albert H. Abbot (Würzburger Diss. 1904);
W. Dilthey, Archiv für Geschichte der Philosophie Bd. 13;
M. W. Calkins, The Metaphysical System of Hobbes (Chicago) 1905.

Spezialdruckerei für Dissertationen, Robert Noske, Borna-Leipzig.

Lebenslauf.

Ich, Hermann Weinreich, wurde geboren am 15. April 1884 zu Herzberg am Harz als Sohn des Schuhmachermeisters Georg Weinreich und seiner Ehefrau Minna geb. Deppe. Der Staatsangehörigkeit nach bin ich Preuße. Ich gehöre der evangelisch-lutherischen Konfession an. Ich besuchte das Realgymnasium zu Osterode am Harz. Mit dem Zeugnis der Reife dieser Anstalt bezog ich Ostern 1903 die Universität Göttingen, um Mathematik, Physik und Philosophie zu studieren. Im Sommer 1904 studierte ich in Heidelberg, im Winter 1904/05 in Berlin, seit Ostern 1905 wieder in Göttingen. Hier bestand ich am 7. Juni 1907 die Oberlehrerprüfung in reiner und angewandter Mathematik und Physik; von Michaelis 1907 bis Michaelis 1908 war ich als Seminarkandidat am Gymnasium zu Göttingen tätig; von Michaelis 1908 bis Michaelis 1909 gehörte ich als Probekandidat und wissenschaftlicher Hilfslehrer der Oberrealschule zu Göttingen an. Am 21. Mai 1908 legte ich noch eine Erweiterungsprüfung in philosophischer Propädeutik und Chemie nebst Mineralogie vor der wissenschaftlichen Prüfungskommission in Göttingen ab. Von Michaelis 1909 bis Ostern 1910 war ich Oberlehrer an der höheren Mädchenschule zu Göttingen. Seit Ostern 1910 gehöre ich als Oberlehrer dem Kollegium der Oberrealschule zu Göttingen an.





